

Grado Universitario en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática.  
2017-2018

*Trabajo Fin de Grado*

# “Guía para la redacción de un BEP para el desarrollo de un proyecto en BIM. Aplicación para un proyecto de instalaciones en un edificio inteligente”

---

Claudia Compadre del Rio

Tutor

Juan Ramón Catalina Calle

Leganés, 2018



*[Incluir en el caso del interés de su publicación en el archivo abierto]*

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**



## RESUMEN

La presente Memoria corresponde al estudio realizado sobre la metodología *Building Information Model* con un punto de vista referente al área de la electrónica. El estudio revisa los estándares que regulan la metodología, la situación actual de la misma y analiza las guías existentes a nivel global.

En el mismo documento se incluye una parte de la elaboración de la *Guía para la redacción de un Plan de Ejecución BIM*, compuesto por la propuesta global de la misma y el desarrollo de la terminología, los objetivos que deben cumplir éste tipo de documentos, los roles y responsabilidades en éstos proyectos, las dimensiones y el nivel de desarrollo de los elementos, los entregables y las familias.

Dentro del desarrollo de la Guía, se hace especial hincapié en el nivel de desarrollo de un objeto, el cual se encuentra también presente en las familias de estos. Se expone la necesidad de invertir en una estandarización de los mismos e incrementar sus niveles de desarrollo para poder obtener los beneficios que nos brinda la metodología BIM. Los objetos electrónicos tan solo conforman el 5% de los elementos existentes en el mercado.

Finalmente se plantea un caso práctico, el cual consiste en la carga de familias de elementos dentro de un entorno Autodesk Revit. Se elige como objeto una cámara de seguridad proporcionada por su fabricante. El mismo es válido para el usuario de la Guía elaborada previamente, a modo manual. Además a través del mismo se realiza un análisis más crítico y real de la situación actual de las limitaciones de los objetos electrónicos en este entorno.

**Palabras clave:** Metodología; Estándares; Digitalización; Trabajo colaborativo; Familia



## ABSTRACT

This Report relates to the study carried out on the methodology *Building Information Model* from an electronic area point of view. The study reviews the standards that set out the methodology and its current situation, and analyses the global existing guidelines.

The same document also includes one section which outlines the elaboration of the *Guía para la redacción de un Plan de Ejecución BIM (Guide for the drafting of an BIM Execution Plan)*, comprised of the global proposal, terminology development, the goals that should be included in these type of documents, projects' roles and responsibilities, the dimensions and the grade of the elements' development, deliverables and families.

On the development Guide, it is paid attention to the level of development of an object, which is also present in the families of them. It is outlined the need for investing on standardization and increasing the development level of the objects in order to achieve the BIM methodology benefits. The electronic objects only represent 5% of the existing market elements.

Finally, it is put forward a practical case which consists of the families' weight within Autodesk Revit context. It is chosen as an object a security camera provided by the producer. This is also appropriate for the previous carried out Guideline user, as a handbook. In addition, the above carries out a more critical and real analysis of the current situation of the electronic objects limitations in this context.

**Key words:** Methodology, Standards, Digitalization, Collaborative work, Family.



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a la Universidad Carlos III por brindarme las herramientas y recursos que han hecho posible la realización de este trabajo. Mi agradecimiento a mi tutor, Juan Ramón Catalina, por su paciencia, apoyo, orientación y dedicación. Especialmente, por despertar en mí un interés en el ámbito de estudio que se presenta en este Trabajo de Fin de Grado. Por último, agradezco a mi familia y a mis amigos el apoyo durante esta etapa final de mis estudios.





# ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	III
ABSTRACT.....	V
AGRADECIMIENTOS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Motivación. ....	1
1.2 Objetivos. ....	1
1.3 Procedimiento. ....	3
1.4 Marco Regulador.....	4
2. METODOLOGÍA BIM .....	5
2.1 ¿Qué es BIM?.....	5
2.2 ¿Qué es un BEP? .....	11
2.3 Estándares y Guías BIM.....	13
3. ACTUALIDAD BIM.....	15
3.1 Artículos sobre el estado del BIM en el mundo. ....	15
3.2 Artículos sobre el estado del BIM en España. ....	22
4. GUÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO .....	28
5. DESARROLLO DE LA GUÍA .....	32
5.1 Propuesta para la guía. ....	32
5.2 Terminología. ....	33
5.3 Objetivos BEP.....	40
5.4 Roles y Responsabilidades.....	41
5.4.1 Ciclo de vida de un proyecto. ....	42
5.4.2 Definición de Roles. ....	45
5.5 Las Dimensiones. ....	52

5.6	Alcance - Nivel de Desarrollo (LOD).....	55
5.6.1	Niveles de Geometría (LOG).....	59
5.6.2	Niveles de Información (LOI). ....	60
5.7	Entregables.....	61
5.7.1	Matriz De Objetivos BIM y Responsabilidades. ....	61
5.8	Familias.....	63
5.8.1	Antecedentes respecto a BIM. ....	63
5.8.2	Plataformas. ....	65
5.8.3	Limitaciones.....	67
5.8.4	Especificación de Nivel de Desarrollo.....	69
6.	CASO PRÁCTICO: CARGAR FAMILIAS ENTORNO REVIT .....	71
6.1	Entorno Autodesk Revit.....	71
6.2	Familias Proyecto.....	74
6.3	Familia Externa. ....	77
6.3.1	Carga de Security camera DINION IP 4000i/5000i/6000i IR.....	79
6.4	Resultado.....	84
7.	CONCLUSIONES .....	87
8.	LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.....	89
9.	BIBLIOGRAFIA .....	90
ANEXO A		
ANEXO B		
ANEXO C		



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1. Usos BIM a lo largo del ciclo de vida de un proyecto [2].....	6
Fig. 2.2. Distribución de Usos BIM más comunes (total acumulado) [8]. .....	8
Fig. 2.3. Contenidos Plan de Ejecución BIM [9].....	11
Fig. 2.4. Procedimiento BEP [2].....	12
Fig. 5.1. Definición de Roles BIM en proyectos. Elaboración propia.....	42
Fig. 5.2. Ciclo de vida BIM [41].....	43
Fig. 5.3. Organigrama de roles BIM [40] .....	45
Fig. 5.4. Dimensiones BIM. Elaboración propia .....	54
Fig. 5.5. Ejemplo Nivel de Desarrollo [52] .....	59
Fig. 5.6. Relación LODs / Dimensiones / Modelo Tradicional [10] .....	60
Fig. 5.7. Tipos de Objetos BIM. Elaboración propia.....	68
Fig. 6.1. Gráfico de Uso Software BIM en España [59].....	71
Fig. 6.2. Autodesk Revit versión 2018 .....	72
Fig. 6.3. Pantalla de Inicio .....	72
Fig. 6.4. Vista 3D Proyecto Ejemplo .....	73
Fig. 6.5. Vista 3D Proyecto Estructural .....	74
Fig. 6.6. Familias Autodesk Revit .....	75
Fig. 6.7. Vista 3D Wind Power Generator.....	76
Fig. 6.8. Propiedades Wind Power Generator .....	77
Fig. 6.9. Propiedades Panel Fotovoltaico .....	78
Fig. 6.10. Security Camera Bosch plataforma Bimobject .....	79
Fig. 6.11. Descarga familia externa .....	80
Fig. 6.12. Mensaje de actualización del modelo.....	80
Fig. 6.13. Vista 3D Security Camera Bosch .....	81

Fig. 6.14. Carga en proyecto.....	82
Fig. 6.15. Propiedades Security Camera Bosch.....	83
Fig. 6.16. Plano incorporación dispositivos de seguridad .....	84
Fig. 6.17. Localización Security Cameras Bosch .....	85
Fig. 6.18. Vista 3D Proyecto con Security Camera Bosch .....	86
Fig. 6.19. Opción solar.....	86



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 AGRUPACIÓN 25 USOS SEGÚN SU IMPLEMENTACIÓN .....	9
TABLA 2.2. LISTADO DE POSIBLES UTILIDADES BIM.....	10
TABLA 4.1. GUIAS Y PLANTILLAS ANALIZADAS.....	29
TABLA 5.1 CUADRO COMPARATIVO ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	51
TABLA 5.2. USOS NIVELES DE DESARROLLO .....	58
TABLA 5.3. NIVEL DE DESARROLLO PHOTOVOLTAIC COLLECTORS .....	69





# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Motivación.**

Estamos en una época donde la tecnología y la digitalización en el sector de la ingeniería y construcción crecen de manera exponencial. Debido a la rapidez y la diversidad en la evolución a nivel tecnológico en los últimos años, las metodologías tradicionales de gestión de proyectos de construcción no han llegado a adaptarse a esta nueva era de la digitalización de la información de una manera satisfactoria, completa, y efectiva a largo plazo. Esto crea en mí una motivación para la investigación en el modelado de la información.

Mediante la metodología BIM de modelado de la información expuesta en este Trabajo de Fin de Grado pretendo investigar acerca de la misma, pudiendo comprender los beneficios que conlleva su implementación. Éste modelo consta de estándares a nivel europeo, buscando alcanzar un nivel mundial.

El interés en la implantación de la metodología BIM surge de su capacidad para agilizar flujos de trabajo, reducir costes y aumentar la calidad del producto final.

En la construcción éste modelado de información nos ofrece una interoperabilidad y un intercambio de información eficaz mediante la digitalización de archivos, junto con proyectos más visuales, con menos errores y más rentables.

Por otra parte, la creciente inclusión de sistemas electrónicos en los proyectos de construcción, hace que surja la necesidad de investigar el desarrollo de BIM centrado en este área. Los objetos electrónicos actualmente tan solo conforman el 5% de los elementos existentes en el mercado BIM. Solamente contemplando los requisitos y particularidades de este tipo de sistemas, se conseguirá una adaptación a la metodología que, hasta el momento, ha sido escasa.

## **1.2 Objetivos.**

El presente Trabajo de Fin de Grado se engloba un grupo de trabajos cuyo objetivo final es el desarrollo de una guía para la redacción de un BEP para los proyectos en BIM que se desarrollen en España.

Para ello nos basaremos en las realizadas por otras universidades en diferentes países. A lo largo del mismo documento, analizaremos la estructuración de guías ya existentes.

La pretensión es realizar una guía mucho más detallada a las redactadas actualmente en el mundo. La realización de dicha guía supone un área de trabajo demasiado amplia para su conclusión mediante un trabajo único. Por eso, se ha fraccionado en diversas partes, que se deberán desarrollar en sucesivos trabajos colaborativos. Al ser éste el trabajo inicial para el desarrollo de la guía, plantearemos el contenido necesario en la misma aunque finalmente tan solo tendrá lugar el desarrollo de una parte.

Mi objetivo principal es por tanto es analizar la documentación existente, para definir áreas y puntos de interés, y aconsejar en lo relativo a procesos de trabajo.

Los sub-objetivos en los que se centra ésta parte de la guía desarrollada en el presente trabajo son:

- Estudiar los objetivos que debe cumplir un Plan de Ejecución BIM.
- Analizar las dimensiones de ésta metodología.
- Desarrollar una terminología de conceptos, que se pueda ampliar en futuros trabajos la cual permita una estandarización.
- Definir los roles y responsabilidades dentro de un proyecto que siga la metodología BIM.
- Investigar el alcance dentro de los proyectos, analizando el Nivel de Desarrollo (LOD) para los objetos BIM.
- Conocer los procedimientos a seguir en los entregables.
- Documentar las familias existentes, tipos y limitaciones, relacionando estas mismas con los niveles de desarrollo.
- Desarrollar un caso práctico mediante la herramienta Autodesk Revit.

En definitiva, la meta fundamental será facilitar a las diferentes partes intervinientes en proyectos industriales, la implantación de la metodología BIM.

### **1.3 Procedimiento.**

Para poder alcanzar los objetivos enumerados anteriormente, debemos crear un procedimiento adecuado. Este proceso lo podemos contemplar como unos sub-procesos que abarcan una documentación, un desarrollo y la realización de un caso práctico. En lo referente a los apartados:

- 1) **METODOLOGÍA BIM:** Realizar una recopilación de información ya que será necesaria aclarar y describir, partiendo de diferentes fuentes, los conceptos BIM (Building Information Model) y BEP (BIM Execution Plan) siguiendo un criterio, para facilitar la introducción del lector en la materia de estudio.
- 2) **ACTUALIDAD BIM:** Investigar acerca de los últimos avances en ésta metodología a nivel global y nacional, recopilando y clasificando según una temática una serie de artículos.
- 3) **GUÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO:** Analizar las diferentes guías. Para ello se tienen en cuenta sus estructuras, como están organizadas y la relevancia de la que dotan a los contenidos. Posteriormente en los diferentes apartados desarrollados de la Guía habrá una necesidad de realizar cuadros comparativos entre las mismas, haciendo del análisis en parte una comparación.
- 4) **DESARROLLO DE LA GUÍA:** Crear una propuesta de Guía y los puntos donde se quiere enfatizar en concreto en éste trabajo. Como se ha expuesto en el objetivo, la creación de ésta guía es demasiado amplia. Por ello, tras el presente trabajo se deberá continuar con el desarrollo en otros puntos de la guía.
- 5) **CASO PRÁCTICO:** Junto con el desarrollo de la guía, incluiremos un caso práctico para cargar familias de elementos, pudiendo hacer un análisis más crítico y real de la metodología presentada.

Cabe destacar que a lo largo de la redacción de este trabajo, se crea un glosario o terminología, donde conceptos relacionados con la materia pueden ser consultados para una mejor comprensión.

#### **1.4 Marco Regulador.**

La implementación de BIM se ha desarrollado de formas variadas en cuanto a nivel internacional ya que diversos países han evolucionado en el progreso de esta metodología pero hay que destacar que este proceso no ha sido homogéneo. Países como Reino Unido han incidido especialmente en su normativa (PAS1191-2: 2013) en la necesidad de la utilización de un criterio común para el modelaje de proyectos, eligiendo la metodología BIM para conseguir este objetivo de normalización. Esta norma, incluye un proyecto de implementación de BIM en obra pública con carácter gradual vigente desde 2016, definiendo los “Niveles de Madurez”.

A partir de ésta iniciativa de Reino Unido, la Unión Europea se ha sumado a la legislación referente a la implementación de BIM a través de la Directiva sobre contratación Pública 2014/24/UE.

En el marco nacional no existe legislación vigente, se basa en la europea. Sin embargo la Asociación Española de Normalización AENOR crea AEN/CTN 41/SC13, un subcomité encargado de estandarizar y normalizar la terminología, las especificaciones de materiales y los métodos de ensayo.

## **2. METODOLOGÍA BIM**

### **2.1 ¿Qué es BIM?**

Las siglas BIM significan Building Information Modeling, es decir, el modelado de información en construcción. Es un proceso para el desarrollo y gestión de datos en construcciones durante su ciclo de vida. El National BIM Standards, NBIMS, define el concepto como:

"... representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. BIM es un recurso de conocimiento compartido para la información sobre una instalación que forma una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como existente desde la concepción más temprana hasta la demolición. Una premisa básica de BIM es la colaboración de diferentes partes interesadas en diferentes fases del ciclo de vida de una instalación para insertar, extraer, actualizar o modificar información en el BIM para apoyar y reflejar los roles de ese interesado" [1].

Esta definición del BIM ha sido una de las más referencias por otros autores que se han basado en la misma para trabajos de investigación posteriores. La Universidad de Pensilvania en su guía [2] partiendo de esta premisa nos introduce como se incrementa la calidad de diseño, la eficiencia de campo y la innovación. Estos incrementos produciéndose mediante análisis más efectivos, cronogramas e involucración con aplicaciones digitales. BIM se puede integrar en las diferentes fases de un proyecto, pudiendo disminuir costes y tiempos.

Por otro lado, NBIMS en [3], con respecto a la información, expone la importancia de los requisitos comerciales en cuanto a los intercambios. La información debe ser compartida, con modelos interoperables e intercambios basados en estándares abiertos. La debemos describir como transparente, accesible y actualizada.

BIM según [4] renueva las estrategias en la industria, utilizando simulaciones que validan el diseño como preámbulo a la construcción del proyecto. Con ello quiere centrarnos en los datos, dejando atrás la posición "documento". Es decir, evolucionar mediante "un modelo digitalizado". Mediante diferentes software nos centraremos en la relevancia de los datos, consiguiendo así la premisa anterior acerca de la información.

Para el comité BIM en España [5] el BIM tiene entre sus pilares el trabajo colaborativo. Con ésta metodología se podrán gestionar diversos proyectos por maquetas digitales. Describe las maquetas digitales como bases de datos, útiles durante el ciclo de vida de lo desarrollado. Una característica de BIM según [5] es la eficiencia en la construcción, permitiendo que los costes sean menores, y declara que:

“La metodología BIM está suponiendo una verdadera revolución tecnológica para la cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras”.

Para comprender la metodología BIM debemos entender la finalidad de la misma, es decir, los usos BIM y objetivos. En este caso nos hemos basado en dos documentos de la Universidad de Pensilvania. Esto se debe a que en su Guía para BEP, relaciona los usos con el ciclo de vida de un proyecto. En cambio en su documento Usos y Objetivos BIM, desarrolla una clasificación más amplia y por lo tanto comprensible. En [6], se define un Uso de BIM como:

“...un método de aplicación de Building Information Modeling durante el ciclo de vida de una instalación para alcanzar uno o más objetivos específicos.”

Mediante la definición anterior, podemos encontrar éstos usos para el ciclo de vida de un proyecto a continuación. Son 25 usos, separados en primarios y secundarios.

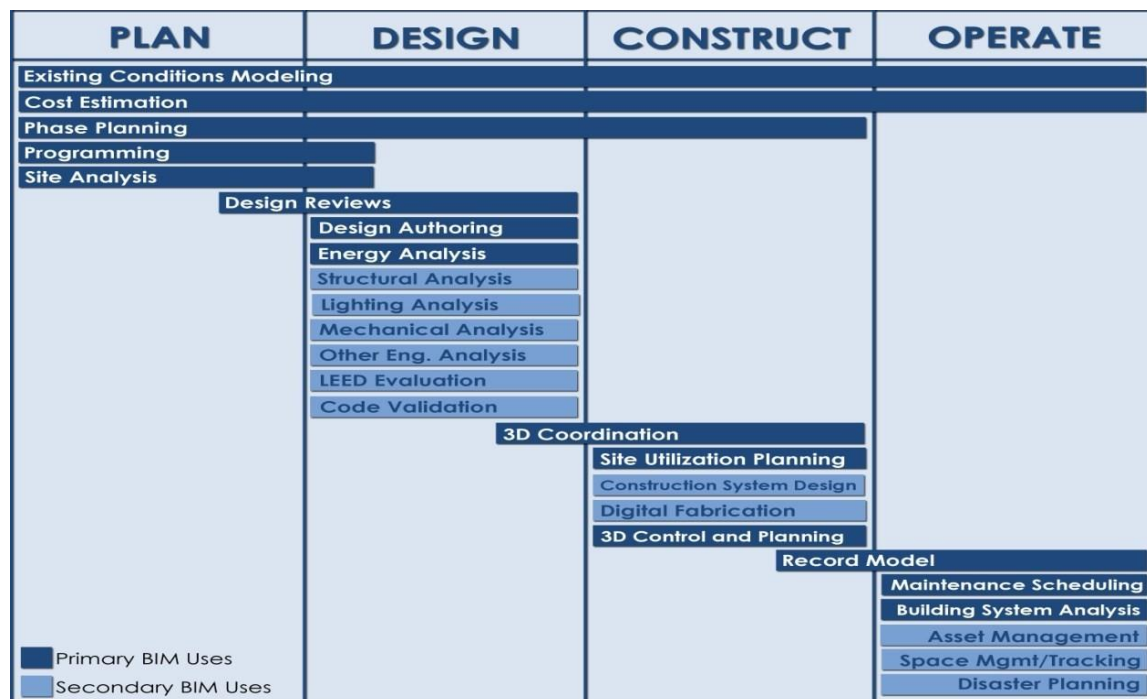


Fig. 2.1. Usos BIM a lo largo del ciclo de vida de un proyecto [2].

En la fase de planificación, podemos observar 5 usos principales: Modelado de condiciones existentes, estimación de costes, planificación del tiempo, programación y análisis del emplazamiento. Todos estos comenzarán al inicio del proyecto pero continuaran en fases consecutivas.

A continuación, encontramos tan solo 3 principales: Revisión del diseño, validación del mismo y análisis energético (debido a la importancia de la sostenibilidad de los proyectos). En un segundo plano podemos observar usos secundarios, siendo estos análisis estructurales, mecánicos, etc. Dentro del ciclo de vida, en la fase de construcción se dan usos relacionados con el 3D, coordinación, control y planificación. Por último en la fase de operación o mantenimiento como usos principales se clasifican la el registro del modelo, programación de mantenimiento y análisis del sistema. También incluye el plan para emergencias o la gestión de activos.

Para una mayor información acerca de los 25 usos de la anterior figura se puede consultar la página Espacio BIM en [7]. En ella se definen éstos de manera más exhaustiva.

En este caso, para la posterior aplicación en nuestra guía vamos a estudiar que usos son implantados en España. Para ello hemos realizado una recalificación de algunos de los anteriores usos en los seis grupos que podemos observar a continuación en la figura.

Este gráfico perteneciente al comité de implantación BIM en España en su documento Licitaciones, muestra como hay usos todavía que no se ponen en práctica.



Fig. 2.2. Distribución de Usos BIM más comunes (total acumulado) [8].

El mayor valor de usos lo podemos encontrar en la Integración de disciplinas y coordinación 3D, seguido por la Documentación y la Visualización.

La metodología BIM en proyectos suele estar más presente en las primeras fases de los mismos, por lo que las partes de usos referentes a Simulación constructiva y Explotación y mantenimiento pertenecen a los valores menores en el gráfico.

Mediante la tabla elaborada podremos concluir esto mismo. Es decir, basándonos en las utilidades aplicadas en el entorno nacional relacionadas con los usos descritos por la Universidad de Pensilvania en las partes del ciclo de vida de un proyecto, observamos cómo se ha cumplido el pronóstico: en las fases de operación y explotación el BIM no tiene una representación significativa.

A continuación se muestra en la tabla la relación anteriormente expuesta.



TABLA 2.1 AGRUPACIÓN 25 USOS SEGÚN SU IMPLEMENTACIÓN

	USOS (es.BIM)	25 USOS (Universidad de Pensilvania)
PLANIFICACIÓN	Documentación	Modelado de las condiciones existentes
		Análisis de Emplazamiento
	Mediciones	Estimación de costes/Quantity take off
	Visualización	Revisión del diseño
DISEÑO	Integración de disciplinas y coordinación 3D	Coordinación 3D
		Control y Planificación 3D
CONSTRUCCIÓN		Diseño en la construcción
	Simulación constructiva	Planificación 4D (3D+Tiempo)
	Visualización	Revisión del modelo
	OPERACIÓN	Explotación y Mantenimiento
Análisis del Sistema del Edificio		
Plan de Emergencias		
Gestión de Activos		

Fuente: Elaboración propia.

La anterior tabla relaciona algunos de los 25 usos descritos por la Universidad de Pensilvania en [2], con las fases del ciclo de vida y los subgrupos a los que pertenecerían según el comité es.BIM, para poder demostrar la conclusión previa sobre la distribución de usos de BIM en España.

También es importante comentar los objetivos BIM, ya que los usos de la metodología se caracterizan por sus propósitos y sus objetivos.

TABLA 2.2. LISTADO DE POSIBLES UTILIDADES BIM

<b>Recoger y organizar la información de instalaciones</b>
para representar o preservar el estado actual de las instalaciones y elementos de instalación
para expresar o medir la cantidad de un elemento de la instalación
para recopilar información sobre el desempeño de elementos de instalaciones y sistemas
para caracterizar o identificar estado de elementos de la instalación
<b>Para crear o modelar información sobre la instalación</b>
para determinar la necesidad y seleccionar elementos específicos de la instalación
para determinar la ubicación y colocación de elementos de instalación
para determinar la magnitud y escala de los elementos de la instalación
<b>Examinar los elementos de la instalación para lograr una mejor comprensión</b>
para garantizar la eficiencia y armonía de la relación de los elementos de la instalación
para predecir el desempeño futuro de las instalaciones y elementos de instalación
para comprobar o probar la precisión del centro de información y es lógico y razonable
<b>Presentar información sobre una instalación en un método en el que puede ser compartido o intercambiado</b>
para formar una representación realista de una instalación o elementos de la instalación
modificar información y traducirla a ser recibido por otro proceso
para hacer una representación simbólica de las instalaciones y elementos de instalación
para crear un registro de información de instalación incluyendo la información necesaria para especificar precisamente los elementos de la instalación
<b>Para realizar o controlar un elemento físico con facilidad información</b>
utilizar la información de instalación para la fabricación de los elementos de una instalación
utilizar la información de instalación para reunir a los elementos de una instalación
utilizar información de instalaciones para manipular físicamente la operación de la ejecución del equipo
para utilizar información instalaciones para informar a la operación de un elemento de la instalación

Fuente: PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, THE USE OF BIM [6] (*Traducción propia*).

## 2.2 ¿Qué es un BEP?

Las siglas BEP se refieren a BIM Execution Plan o Plan de Ejecución BIM. Todas las guías BIM, contemplan éste concepto debido a la necesidad del mismo para el desarrollo de un proyecto. La Universidad de Pensilvania define un BEP como:

“Un plan de ejecución de proyecto BIM (en lo sucesivo, el "Plan BIM") describe la visión general junto con los detalles de implementación para que el equipo siga a lo largo del proyecto. El Plan BIM debe desarrollarse en las primeras etapas de un proyecto; continuamente desarrollado a medida que se agregan participantes adicionales al proyecto; y monitoreado, actualizado y revisado según sea necesario a lo largo de la fase de implementación del proyecto [2]”

Un Plan de Ejecución BIM de un proyecto debe contener partes de información imprescindibles de manera general. A continuación en la Fig. 2.3 enumera en sentido horario el orden de las tareas a definir, es decir, “el flujo de operaciones”.



Fig. 2.3. Contenidos Plan de Ejecución BIM [9]

Por otro lado, la Universidad de Pensilvania establece sobre el BEP que:

“El plan debe definir el alcance de la implementación BIM en el proyecto, identificar el flujo del proceso para las tareas BIM, definir los intercambios de información entre las partes y describir el proyecto requerido y la infraestructura de la compañía necesaria para respaldar la implementación” [2].

De ésta definición [2] establece la necesidad de desarrollar un procedimiento:

- 1) Identificación de los usos y objetivos BIM.
- 2) Diseñar el proceso de implementación mediante mapas de trabajo.
- 3) Desarrollar los intercambios de información, definiendo también los niveles de detalle del proyecto.
- 4) Definir la infraestructura necesaria para el proceso de implementación BIM.

Este procedimiento, se muestra a continuación mediante la siguiente imagen.

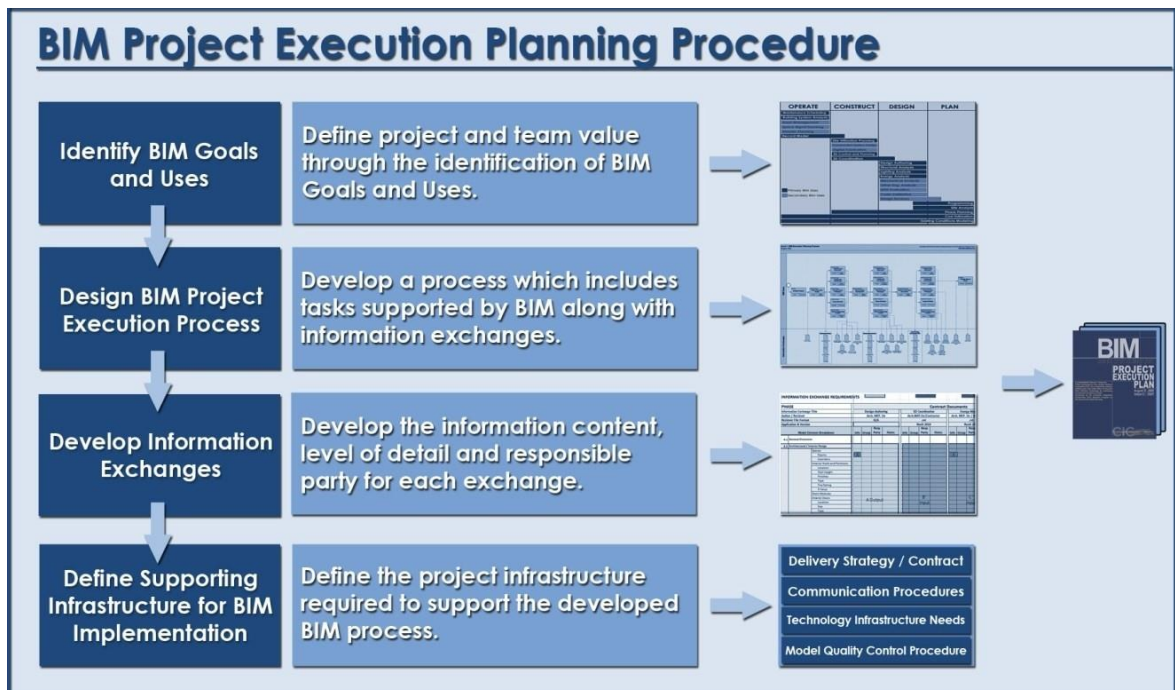


Fig. 2.4. Procedimiento BEP [2]

Por otro lado, en la normativa correspondiente a los planes de ejecución, encontramos la de Reino Unido. PAS 1192-2:2013 establece la necesidad del nivel BIM 2 de madurez.

En [9] nos presentan las dos partes necesarias descritas en la anterior norma que deben conformar un BEP. Siguiendo a Reino Unido, el Equipo de Trabajo de la Unión Europea sobre BIM, EUBIM, expone que para garantizar la implantación se debe seguir la anterior normativa. Las partes necesarias son:

- Pre-contrato, siendo el documento inicial donde se crea el enfoque.
- Post-contrato, siendo el documento final donde se encuentra realmente definido el Plan de Ejecución BIM, estableciendo todas las partes del mismo.

Es importante mencionar que un Plan de Ejecución BIM se desarrolla por parte de todos los miembros del equipo, pero el rol fundamental responsable de su desarrollo, la estipulación de puntos, etc., será el BIM Manager.

### **2.3 Estándares y Guías BIM.**

La necesidad de entender lo que son los estándares y guías BIM se presenta en la tesis doctoral “Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica / Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta ” realizada por Inmaculada Oliver-Faubel en 2015.

En el anterior documento, [10], la autora define un estándar como un protocolo de funcionamiento, donde se deben conocer las normas de la metodología BIM. Expone la coexistencia de estándares a múltiples niveles, estructurándose por geografía, organización y profesión. También resalta la relevancia de la terminología para una posible comunicación teniendo en cuenta la novedad que conlleva BIM. Sería imposible la redacción de planes de ejecución comprensibles para ambas partes (cliente e ingeniería) sin un lenguaje común.

Partiendo de esta necesidad, el 19 de Enero de 2016 tuvo lugar la primera reunión oficial del Grupo de Trabajo sobre BIM de la UE, formada por representantes de los 14 países que participan de forma activa en este proyecto. Siendo Alemania, Dinamarca, España, Estonia, Finlandia, Francia, Irlanda, Islandia, Italia, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia.

En [11] “Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo” de EUBIM Task Group, consiste en mejorar la rentabilidad de las inversiones públicas mediante una iniciación en la metodología BIM. Intentando fomentar el uso de esta metodología, expone como fin encontrar así beneficios económicos, medioambientales y sociales. EUBIM concluye en su manual la necesidad de crear un mercado digital en el ámbito de la construcción que se caracterice por ser abierto, competitivo y estandarizado a nivel mundial.

La relevancia de éste manual se encuentra en su creencia acerca de crear un mercado digital estandarizado. Define el estándar a nivel europeo, teniendo como objetivo futuro el mundial.

El listado de las guías y plantillas en las cuales nos hemos basado debido a su relevancia en el sector las podemos encontrar en el epígrafe 3.2.

### 3. ACTUALIDAD BIM

Para poder entender “La Actualidad BIM”, se ha realizado una breve recopilación de los últimos avances plasmados en diferentes artículos. A través de los mismos podemos ver reflejado el nivel de avance tanto global, como nacional. Se ha intentado abarcar con éstos los temas que consideramos más relevantes en relación a la metodología. Por ello plasmaremos artículos que nos mostrarán el pronóstico BIM y su implantación. También encontraremos artículos sobre software novedosos para la metodología y nuevas bibliotecas de elementos disponibles.

A continuación, realizaremos una síntesis de cada uno junto con los datos más relevantes, para ello los ordenaremos a nivel global y nacional cronológicamente.

#### 3.1 Artículos sobre el estado del BIM en el mundo.

Cabe destacar que países como EEUU, Reino Unido, Australia y los países nórdicos, lo están incorporando prácticamente en la totalidad de sus proyectos públicos.

***Building Information Modeling(BIM) Market: worldwide analysis and forecasts, 2017 to 2022 [12]***

País	Australia
Medio	Herald Telegraph
Fecha	10 de Agosto de 2018
Autor	Shekhar Gajul

### “Análisis y pronóstico mundiales del 2017 al 2022 del mercado BIM”

En el informe se recogen factores clave: análisis de perfiles competitivos de los principales fabricantes, tendencias, oportunidades y análisis de estrategia de marketing, así como el análisis de factores de mercado sobre las necesidades de los consumidores.

Este informe sobre BIM se ha realizado para aquellos países considerados como los principales fabricantes de productos en función de su participación en el mercado: Norteamérica, China, países del Sudeste asiático, Japón e India.

Los principales factores analizados en este informe sobre BIM, son los siguientes:

- Oportunidades de mercado.
- Desafío y riesgo de BIM.
- Competencia de los oponentes.
- Limitaciones del mercado y amenazas.
- Potencial de la aplicación.
- Política gubernamental.

La información en relación con las empresas evaluadas en el informe es:

- Perfil de la compañía.
- Visión general del negocio.
- Productos, servicios y soluciones.
- Ingresos (valor) de BIM en el período 2012-2017.
- Datos de desarrollo recientes: ventas, importaciones, exportaciones, consumo,...

***Promoted content: Building Information Modeling is More than Software [13]***

País	Reino Unido
Medio	The Engineer
Fecha	9 de agosto de 2018



“El BIM es más que el software.”

Bajo el título el BIM es más que el software, el artículo reseñado afirma que BIM es el futuro de la construcción y de la infraestructura y su mantenimiento.

A partir de esta premisa inicial el artículo se muestra crítico con los productos de software y la lucha de estas compañías por ofrecer sus productos como el “real BIM” y el desconcierto de las empresas que trabajan con esta metodología.

Por lo que se refiere a la interoperabilidad del software, es un obstáculo importante para la eficiencia y la adopción de esta metodología. Las dudas que esto genera en algunas empresas y las resistencias a la adopción de la metodología BIM, limitan su capacidad para trabajar con otras disciplinas y dificultan el flujo de trabajo con otras disciplinas, lo que aumentará los costes del proyecto y dará lugar a brechas de flujo que aumentarán las cargas de trabajo de los participantes del proyecto.

***Building Information Modeling: nuove relazioni e nuovi modelli contrattuali [14]***

País	ITALIA
Medio	Ingenio web
Fecha	3 de agosto de 2018
Autor	Giuseppe Martino di Giuda

“BIM: nuevas relaciones y nuevos modelos contractuales.”

La transición digital en el sector de la construcción está rezagada en relación a otros sectores productivos, como lo atestigua el índice de digitalización recogido en el informe de McKinsey Global Institute de 2017. Por otra parte, esta afirmación se ve refrendada en el informe sobre competitividad de los sectores productivos, realizado en Italia en 2018 por el ISTAT (Instituto Nacional de Estadística).

Desarrolla el artículo la incidencia de la normativa comunitaria, más concretamente la Directiva comunitaria 24/2014/UE así como la normativa italiana en relación con la

introducción de métodos y herramientas electrónicas específicas, BIM, en la construcción y las infraestructuras.

Entiende el artículo que tradicionalmente los procesos en el sector de la construcción son lineales, cuando por el contrario, en un proceso integrado, como el desarrollado a través de la metodología BIM, el equipo de trabajo está continuamente involucrado en la conexión con el cliente.

Analiza el artículo que la transposición de las metodologías digitales en el sistema constructivo fue considerada por varios Estados como una posible solución de los problemas de ineficiencia. Al integrar esta metodología en el sector público es posible hacer más transparentes los procesos de adquisiciones.

En cuanto a la aplicación de los contratos, se afirma que si se aplican los contratos tradicionales, se pone a los interesados en una posición que implementan prácticas competitivas, desencadenando fenómenos de asimetría informativa. Esta metodología hace que todo el proceso sea más eficiente, garantizando la transmisión y gestión de datos entre todos los participantes.

Este cambio mejora, consecuentemente, el control de los costes de diseño y ejecución, permitiendo el respeto de los cronogramas previstos y reduciendo las variantes en el proceso de trabajo. El desarrollo del contrato por medio de un proceso digital favorece el intercambio coherente de información entre todos los participantes durante cada fase de ejecución del contrato.

***Building Information Modeling(BIM) Market Industry Share, Approaches and Forecast by 2022 [15]***

País	EE.UU.
Medio	Market Watch
Fecha	26 de julio de 2018

“BIM: participación en el mercado, enfoques y previsión hasta 2022”

Según el informe de investigación de mercado, en 2014, el mercado global BIM fue valorado en 2300 millones de dólares y prevé alcanzar un valor 13.200 millones a finales de 2024, exhibiendo un significativo incremento anual.

Este informe proporciona una visión general del mercado global para la construcción de modelos de información de mercado y tecnologías relacionadas, el análisis de las tendencias del mercado global, con datos de 2015, estimaciones para 2016 y 2017, y proyecciones de tasas de crecimiento anuales para 2024. Asimismo en el informe se identifican nuevas oportunidades de mercado para el BIM.

Aporta también el informe las líneas de investigación y desarrollo, y la demanda de nuevos productos y nuevas aplicaciones.

Define el informe los factores impulsores principales del mercado (BIM) considerando los siguientes:

- Optimizar el rendimiento del proyecto y aumentar la productividad.
- Mayor comunicación y coordinación a lo largo del proceso de gestión del proyecto.
- Aplicación de la normativa para el uso de BIM en varios países desarrollados.

Considera también el informe que los principales factores de restricción del mercado (BIM) son los siguientes:

- El alto costo del software requerido para BIM.
- La adaptación exigida a los actores que implementa esta metodología que disminuye la productividad de la empresa, a corto plazo.

Las principales oportunidades en el mercado de (BIM) son las siguientes:

- La creciente demanda de edificios verdes.
- La necesidad de un proceso integrado de diseño, coordinación de colaboración para la puesta en marcha de los proyectos.

Por último, considera el informe que el principal desafío del mercado para la implantación generalizada de esta metodología es la falta de información y conciencia sobre BIM.

***JLG Industries lanza una biblioteca BIM [16]***

País	CHILE
Medio	KHL. Construcción Latinoamericana
Fecha	25 de Julio de 2018
Autor	Cristina Peters

JLG INDUSTRIES lanzó una biblioteca de BIM en su página Web. Una de las principales ventajas de BIM en las compañías de alquiler de maquinaria es que en una etapa muy inicial del proyecto, se pueden identificar los equipos requeridos en el lugar de trabajo y pueden planificar su transporte, garantizando la entrega del producto adecuado en el momento oportuno.

Se brinda a los contratistas y arquitectos anticipar dificultades y la posibilidad de administrar riesgos, eliminando especulaciones en la fase inicial de planificación.

***Arquitectura con estilo, propuesta con bases sólidas [17]***

País	Colombia
Medio	Vanguardia liberal
Fecha	20 de Julio de 2018
Autor	Mauricio Millán Correa

La constructora Marval define Bucaramanga como una ciudad con arquitectura de vanguardia gracias a las tecnologías implementadas a la hora de construir nuevas estructuras.

Empresas como el caso de Fenix Construcciones han optado por metodologías innovadoras como Lean Construction y el Building Information Modeling (BIM). Estas

dos metodologías disminuyen costes y facilitan la construcción y visualización de proyectos complejos, permitiendo a los técnicos libertad creativa.

La idea es satisfacer las necesidades de futuros compradores de vivienda.

***Chile da pasos para modernizar y digitalizar la construcción [18]***

País	Chile
Medio	El Mercurio
Fecha	17 de Julio de 2018
Autor	Alexis Ibarra

Chile está dando pasos para modernizar y digitalizar la construcción. El objetivo es sumar eficiencia a la industria con métodos como BIM.

Desde el 2015 el Estado quiere impulsar esta metodología. De ahí que el Plan BIM, realizado a iniciativa del Comité de Transformación Digital (Agencia gubernamental chilena), se ha puesto como meta que en el 2020 las licitaciones para proyectos de edificaciones e infraestructura pública incorporen BIM. Se han suscrito ya a esta medida instituciones del Estado como los Ministerios de Salud, Vivienda, Obras Públicas y Educación, así como la Cámara Chilena de la Construcción. También algunas empresas como Baumax está utilizando ya la metodología BIM en los moldes para piezas de construcción.

### 3.2 Artículos sobre el estado del BIM en España.

#### *Metodología BIM para la línea 10 de Metrovalencia* [19]

País	España
Medio	Vía Libre
Fecha	31 de Julio de 2018

La Generalitat Valenciana se adelanta a la directiva europea sobre la implantación de la metodología BIM obligatoria a partir de 2019, para la licitación pública de infraestructuras.

Esta metodología BIM documenta todo el ciclo de vida de edificación e infraestructuras, haciendo uso de herramientas informáticas 3D.

La línea 10 de Metrovalencia es un nuevo trazado que se realizará con la metodología BIM.

La FGV (Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana) ha adjudicado la asistencia técnica para la redacción de los estudios y proyectos de dicha línea, al consorcio empresarial (Técnica y Proyectos S.A. y Germán Ingeniería de Gestión S.L.). Esta línea quedó paralizada en 2011 por falta de presupuesto.

#### *Pemsa lanza un nuevo artículo técnico sobre la tecnología BIM* [20]

País	España
Medio	C de comunicación
Fecha	25 de Julio de 2018

PEMSA fabricante de sistemas porta cables ha lanzado un nuevo artículo técnico sobre tecnología BIM para la instalación de sistemas porta cables.

La metodología BIM supone una forma de trabajo colaborativa enfocada a la creación y gestión de un proyecto de construcción. BIM utiliza un software dinámico que incorpora información geométrica 3D en tiempo real, considerando también factores ambientales, de mantenimiento, costes e información geográfica.

Las ventajas que aporta el sistema BIM, PEMSA destaca el trabajo colaborativo, reducción de errores en la ejecución del proyecto y mayor información técnica en todas las fases del proyecto.

***Por qué la metodología BIM será el futuro de la construcción en el mundo [21]***

País	España
Medio	El dia.es
Fecha	18 de Julio de 2018

La metodología BIM será el futuro de la construcción en el mundo.

Los principales expertos aseguran que la metodología BIM está revolucionando los proyectos de edificación e infraestructuras en España y en todo el mundo. Su capacidad para documentar todo el ciclo de vida de una edificación, la sitúa en la vanguardia dentro del sector

El Ministerio de Fomento ha catalogado a BIM como una especie de maqueta digital con una gran base de datos que permite gestionar todos los elementos que forman parte de la estructura de una obra.

El sistema BIM permite realizar una réplica virtual y tridimensional de un proyecto para todas las etapas de su ciclo.

Las principales ventajas de la metodología BIM son: el incremento de la productividad y la reducción de costes, del tiempo de ejecución y de los errores humanos. La facilidad de análisis durante todas las etapas del proyecto y la transparencia del mismo permite

también la información a tiempo real y mejora la comunicación entre todas las parte integrantes del proyecto.

***Jornada sobre ‘Bibliotecas de objetos BIM en la industria de fachadas y ventanas de España’ [22]***

País	España
Medio	Interempresas.net
Fecha	18 de Julio de 2018

El 3 de julio de 2018 se celebró la Jornada sobre “Biblioteca en la industria de fachadas y ventanas de España”, organizado por ASEFAVE, VETECO y BIMETICA. La jornada se inscribe en las actividades relacionadas con el “Salón Internacional de la Ventana, Fachada Protección Solar” que se celebrará en IFEMA en Madrid, del 13 al 16 de noviembre de 2018.

Durante la Jornada se expuso la necesidad de potenciar BIM en el sector, la obligatoriedad en la normativa de BIM en España y el aumento exponencial de la demanda del BIM.

Por otra parte el director técnico de Itesal (fabricante de ventanas de aluminio), reivindicó “que no hay que ejercer resistencia al cambio ni poner límites al diseñador, sino poner en valor las características del producto y exigir transparencia en los datos aportados.

***El software Elec Calc BIM ya está disponible [23]***

País	España
Medio	Info PLC
Fecha	8 de Julio de 2018



Trace Software Internacional comunica el lanzamiento oficial del software elec\_cal BIM. Se trata de la primera herramienta del mundo que integra el cálculo electrónico en el proceso BIM. Con la comercialización del elec\_calc BIM se proporciona a los profesionales del sector eléctrico un software que permite mejorar el rendimiento de los proyectos de diseño en las instalaciones eléctricas. También permite a los usuarios de REVIT la compatibilidad con los objetos eléctricos disponibles en la plataforma BIM&CO, que supone un recurso importante para integrar y calcular los productos de los fabricantes.

Elec\_calc BIM cuenta con un ruteado único. El usuario puede calcular longitudes de los cables generados en el modelo digital, así como simular caminos alternativos de enrutamiento. El modelo 3D y la tecnología *BIM Collaboration Format (BCF)* integrada en el software permite la detección de conflictos y administrar todas las comunicaciones y alertas con otros miembros del equipo.

***ChovA pone a disposición de los técnicos sus archivos BIM [24]***

País	España
Medio	Arquitectura y Empresa
Fecha	12 de junio de 2018
Autor	María José Sanz Bohigues

ChovA lanza los archivos BIM para sus productos y sistemas de impermeabilización y aislamiento térmico y acústico.

En la biblioteca BIM de ChovA podemos encontrar información geométrica 3D, de tiempos, costes, mantenimiento y ambiental. De este modo quedan integrados todos los agentes que intervienen en el proyecto de edificación: arquitectos, ingenieros, constructor y promotor. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital.

En los archivos BIM de esta empresa están centralizados todos los sistemas de construcción de la firma y productos ChovA en un mismo modelo de información digital.

***El primer sistema para robotizar toda la construcción es español [25]***

País	España
Medio	La Razón
Fecha	11 de Junio de 2018

La empresa Avantobres, junto a Florida Universitaria ha desarrollado U-Builder. El sistema BIM requiere una herramienta funcional, que permita extraer y procesar datos y que a su vez permita generar bibliotecas de información desde la realización in situ, y este es el campo de U-Builder.

El prototipo que han desarrollado es un accesorio para grúas telescópicas compuesto por un sistema mecatrónico de cuatro grados de libertad independientes del movimiento de la grúa y al que se le incorpora un sistema de ensamblaje que permite el acople y manejo de un amplísimo espectro de máquinas de construcción. Este prototipo incorpora, además, diferentes dispositivos electrónicos capaces de generar una realidad mixta aumentada, que combina captura de datos on side, con modelos de arquitectura BIM, ya que en el proceso se ha trabajado para crear un sistema virtual de realidad mixta compatible con el BIM.

***Iniciativa de FCC y Grant Thornton para impulsar BIM y Blockchain en la construcción [26]***

País	España
Medio	CIO
Fecha	18 de Mayo de 2018

El área de construcción del grupo FCC y Group Thornton ha creado la iniciativa *Confiable*, un acuerdo para impulsar la construcción fiable basada en las nuevas tecnologías BIM y Blockchain.

El primer proyecto lanzado en el marco de Confiable ha sido “Delfos”. Se trata de un proyecto de investigación y desarrollo que cuenta con el aval del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), dependiente del de Economía, Industria y competitividad, aunque desde el pasado mes de julio de 2018 depende del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Este proyecto está financiado con fondos FEDER de la Unión Europea.

El proyecto Delfos tiene por objeto la creación de una solución integral para la certificación de la información y la automatización de procesos de calidad de ejecución de la construcción, basado en BIM y Blockchain.

## 4. GUÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO

Para la realización de una propuesta sólida sobre la redacción de un BEP, nos hemos basado en distintas guías y plantillas con relevancia en el entorno BIM. Estos documentos han sido elaborados por organismos de diferentes países en los últimos años. Casi todos los documentos han sido elaborados por universidades del mundo, varias de Estados Unidos como las de universidades de Pensilvania o de Florida y de Reino Unido como la universidad de Cambridge.

Cabe destacar que no existe ninguna guía redactada por una universidad española o algún organismo. El único manual que podemos encontrar es la *Guía de Usuarios uBim* por Building Smart en 2014, pero es una traducción de la guía finlandesa.

Para analizar la estructuración, se debe aclarar la diferencia entre una guía para la redacción de un BEP y una plantilla BEP. En una guía se exponen los procedimientos que el usuario de la misma tendrá que seguir para finalizar desarrollando la plantilla.

Las plantillas BEP son los acuerdos finales, los podemos considerar contratos. Dependiendo de la normativa deberán seguir una u otra estructuración.

A continuación, en la tabla podemos encontrar cuáles han sido objeto de nuestro estudio, teniendo en cuenta el organismo que las ha realizado, el país, año y su categorización según si es guía o plantilla. Todas las guías y plantillas de la tabla han valido como documentación.

TABLA 4.1. GUIAS Y PLANTILLAS ANALIZADAS

<b>TÍTULO</b>	<b>ORGANISMO</b>	<b>PAÍS</b>	<b>AÑO</b>	<b>DOCUMENTO</b>
The VA BIM Guide v1.0 [27]	Department of Veterans Affairs	Estados Unidos	2010	Guía
BIM Project Execution Planning Guide v2.1 [2]	The Pennsylvania State University	Estados Unidos	2011	Guía
BIM Management Plan Template [28]	NATSPEC	Australia	2012	Plantilla
BIM Essential Guide For BIM Execution Plan [29]	Building and Construction Authority	Singapur	2013	Plantilla
Singapore BIM Guide v2 [30]	Building and Construction Authority	Singapur	2013	Guía
The Uses of BIM v0.9 [6]	The Pennsylvania State University	Estados Unidos	2013	Guía
Building Information Modelling (BIM) Standard & Guide [31]	Florida International University	Estados Unidos	2014	Guía
uBIM D1-D13 [32]	Building SMART Spanish Chapter	España	2014	Guía
Building Information Modelling (BIM) Execution Plan [33]	University of Cambridge	Reino Unido	2015	Plantilla
CIC Building Information Modelling Standards Draft 6.2 [34]	CIC (Construction Industry Council)	Hong Kong	2015	Guía

Fuente: Elaboración propia.

A continuación hacemos algunos comentarios significativos sobre las guías en las que principalmente nos hemos basado, siendo estas consideradas las más relevantes en el sector por su contenido. Realizaremos una comparativa sobre la estructura que siguen en primer lugar algunas guías para la redacción BEP, y a continuación los contenidos incluidos en plantillas.

### **Singapore BIM Guide v2**

La Guía de Singapur, [30] es una de las más importantes y con un mayor reconocimiento, sin embargo trata simplemente las siguientes cuatro partes:

- BIM Execution Plan

- BIM Deliverables: desarrolla la descripción de elementos y la elaboración de una matriz de objetos y responsabilidades.

- BIM Modelling and Collaboration Procedures: expone la necesidad de flujos de trabajo, intercambios de información e interoperabilidad.

- BIM Professionals: estipula los roles y responsabilidades que creen necesarios para la ejecución de un proyecto en BIM

En nuestra guía contemplamos todas éstas partes, además creemos que existe una necesidad de ampliar éste contenido.

### **BIM Project Execution Planning Guide v2.1**

Desarrollada por la Universidad de Pensilvania, [2] centra los contenidos de un Plan de Ejecución BIM a partir del proceso que hay que seguir. Este proceso lo engloba en cuatro partes, y a partir de las mismas desarrolla conceptos como los que incluimos en nuestra guía (roles y responsabilidades, objetivos, entregables, etc.) Estos pasos son los siguientes:

- 1) Identificación de los usos y objetivos BIM.
- 2) Diseñar el proceso de implementación mediante mapas de trabajo.

- 3) Desarrollar los intercambios de información, definiendo también los niveles de detalle del proyecto.
- 4) Definir la infraestructura necesaria para el proceso de implementación BIM.

### **Plantillas BEP**

Las plantillas más relevantes dentro de la metodología BIM, son las siguientes:

- NATSPEC, BIM Management Plan Template [34]
- Singapur , BIM Essential Guide For BIM Execution Plan [35]
- University of Cambridge, Building Information Modelling (BIM) Execution Plan [39]

Todas siguen el mismo esquema que deben contener los planes de ejecución, para establecer unas pautas entre el cliente y la ingeniería. Para ello lo suelen dividir en secciones, estas son:

- Project Information.
- Project Members.
- Project Goals.
- Project Use Cases and Deliverables.
- Author or Uses of BIM Deliverables.
- Model Elements for Each Project Deliverable.
- Process for BIM creation, release and collaboration.
- Technological Infrastructure Needs
- Attachments

Estos puntos incluidos en las plantillas, son aquellos que creemos que es importante aclarar a lo largo de ésta guía para una posterior realización de una plantilla propia.

## 5. DESARROLLO DE LA GUÍA

### 5.1 Propuesta para la guía.

Mediante el análisis de otras guías existentes proponemos el contenido para toda la Guía, aunque en el presente trabajo tan solo se desarrollen los puntos subrayados a continuación.

Las partes que deberá contener la guía serán:

1. Introducción.
2. Terminología.
3. Objetivos del BEP.
4. Roles y responsabilidades.
5. Dimensiones BIM.
6. Niveles de Desarrollo de proyectos (LOD).
7. Entregables.
8. Familias.
9. Organización de proyecto a gran escala (Organigrama de Contrataciones).
10. Definición de procesos de gestión y control del proceso de desarrollo del proyecto.
11. Definición de comunicaciones y plataformas de trabajo e intercambio de información (interoperabilidad).
12. Gestión de riesgos e indefiniciones en proyectos.
13. Control de costes, mediciones y certificaciones.
14. Control de Plazos, redacción de proyecto de obras.
15. Control de calidad.
16. Control de ejecución y obras - Dirección facultativa de obras – Herramientas.
17. Plantillas BEP.
18. BEP Responsabilidades Contractuales.



Este contenido se puede encontrar en las otras guías pero en ninguna de ellas hemos encontrado un desarrollo de todos ellos. Creemos que para poder implantar ésta metodología dentro de un estándar y la posterior redacción de un Plan de Ejecución BIM, previamente se deben tratar todos estos apartados.

En cada sub-capítulo desarrollado en la misma, expondremos la necesidad del mismo, las limitaciones y partiendo de la bibliografía propondremos y concluiremos ideas.

En la parte de la guía que se desarrolla en este trabajo, incluiremos un caso práctico sobre como cargar familias en el entorno Autodesk Revit. Incidiremos en esta parte ya que consideramos que para conseguir una implementación BIM exitosa éste campo debe desarrollarse con mayor profundidad.

Además en el sector de la electrónica, la metodología BIM todavía no ha llegado a alcanzar un alto nivel de detalle, mediante éste caso práctico podremos analizarlo para alcanzar soluciones.

Como hemos dicho anteriormente en el presente Trabajo de Fin de Grado, seguiremos el índice de contenido presente al comienzo del mismo. Del anterior índice de contenido de toda la guía trataremos los puntos presentes a continuación en este mismo capítulo.

## **5.2 Terminología.**

La importancia de la terminología o glosario en una guía es primordial. Partimos de la premisa que el destinatario de la misma está familiarizado con la metodología, pero no contiene un conocimiento exhaustivo de la misma. El objetivo de ésta como hemos descrito anteriormente es su comprensibilidad pudiendo ser entendida sin dificultad ayudándose de este glosario.

También es necesario para poder llegar a un entendimiento entre los miembros implicados en la metodología BIM. En las guías ya elaboradas, observamos la ausencia del mismo, encontrando acrónimos, abreviaturas y conceptos en inglés, por lo que la terminología cobra aún una necesidad mayor. Para ello nos apoyamos en términos también descritos por la Fundación Laboral de la Construcción, la Comisión es.BIM, y BuildingSMART en su Guía para Usuarios en [35] , [36] y [37] respectivamente.

<b>TÉRMINOS</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>A</b>		
Alcance	Scope	Objetivo que se persigue con el proyecto y las expectativas de éxito del mismo.
<b>C</b>		
Coordinador BIM	BIM Coordinator	El Coordinador BIM es el referente para la coordinación del trabajo dentro de una misma disciplina, responsabilizándose de que se cumplan los requerimientos del Director Técnico BIM.
<b>D</b>		
Director de la Gestión de la Ejecución	Lead Construction	Persona responsable de la dirección de la ejecución del proyecto mediante las gestiones con sistemas BIM. Es la figura que confirma los resultados de la ejecución del Equipo de Construcción (CT).
Director de la Gestión de la Información	Information Manager	Responsable del control y la gestión del flujo de la información entre todos los integrantes del proyecto BIM, durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Proporciona la información necesaria a los agentes intervinientes en el proyecto en los tiempos precisos.

Director de la Gestión del Diseño	Lead Manager	Agente que administra y aprueba el diseño del proyecto. Es el responsable de confirmar los resultados de diseño del Equipo de Diseño del Proyecto (EDP). Junto con el Director de la Gestión de la Ejecución, proporciona una vía de enlace en la comunicación entre los Equipos de Diseño del Proyecto (EDP) y los Equipos de Construcción (EC).
Director de Proyecto BIM	BIM Project Manager	Persona nombrada por el promotor/cliente con el objeto de gestionar el proyecto BIM y alcanzar las expectativas y objetivos planteados por el cliente.
Director del Equipo de Trabajo	Task Team Manager	Agente responsable ante el Director de la Gestión del Diseño como jefe de las distintas disciplinas que intervienen en el proyecto y que tienen que ser compartidas por todos los integrantes del equipo. La función y responsabilidad principal es la producción del diseño de una tarea determinada.
Director Técnico BIM	BIM Manager	Figura responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM. Es designada por el Equipo de Gestión del Proyecto (EGP) en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto. Impulsor y líder de la metodología BIM y coordina el modelaje y los recursos del proyecto, procurando la colaboración

## E

	Employer's Information Requirements	EIR	Documento pre-contractual que deberá aplicarse por el equipo redactor. Contiene toda la información a entregar, y las normas y procesos que deben aplicarse.
Entorno Colaborativo de Trabajo	Common Data Environment	CDE	Contexto de trabajo en la que todas la información del diseño se comparte mediante formatos de archivo comunes, permitiendo combinar todos los datos con la finalidad de utilizar y exportar archivos comunes.
Entregables	Deliverables		Producto medible y verificable que se elabora y proporciona al cliente para completar un proyecto o parte de un proyecto. El avance del trabajo en el proyecto debe ser medido monitoreando el avance en los entregables.
Equipo de Construcción	Construction Team	EC/CT	Dirigido por el Coordinador BIM (ver definición).
Equipo de Demolición	Demolition Team	ED/DT	Conformado a su vez por el Equipo de Reutilización o el Equipo de Renovación.
Equipo de Diseño del Proyecto	Integrated Design Project Team	EDP/IDPT	Dirigido por el Director del Equipo de Trabajo (ver definición).

Equipo de Gestión del Proyecto	Project Management Team	EGP/PMT	Integrado por el Director de Proyecto BIM. Encargado de designar al Director Técnico BIM
--------------------------------	-------------------------	---------	--

---

Equipo de Operación y Mantenimiento	Facility Management Team	EOM/FMT	Dirigido por el Coordinador BIM (ver definición).
-------------------------------------	--------------------------	---------	---

---

Equipo del Promotor	Client Team	EP/CT	Equipo responsable de la contratación del Equipo de Gestión del Proyecto (EGP) e integrar el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE).
---------------------	-------------	-------	---

---

## G

---

Grupo de Trabajo EUBIM	EUBIM Task Group	EUBIM	Comité formado por representantes de los 14 países que participan de forma activa en el proyecto que consiste en mejorar la rentabilidad de las inversiones públicas mediante una iniciación en la metodología BIM
------------------------	------------------	-------	--

---

## I

---

Industry Foundation Classes	IFC	Es un formato de datos de especificación abierta. Pretende constituirse convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas del sector de la construcción. Contiene información geométrica y alfanumérica que permite que los programas de software que soportan este formato la puedan leer, editar e intercambiarla con otros programas.
-----------------------------	-----	---

Interoperabilidad Interoperability

Capacidad de los sistemas de información y de los flujos diseñados, que permiten compartir datos y el intercambio de información.

---

## M

---

Modelador BIM BIM Modeler

El modelador BIM es el integrante del equipo en el que recae la responsabilidad del modelado de acuerdo a los criterios recogidos en el BEP. Esta figura tiene que tener especialización en construcción, así como poseer técnicas y habilidades para organizar y combinar la información.

Modelo as-build As-build model

Desarrollado en lo que sería la octava dimensión. Consiste en la planificación los flujos de trabajo para conseguir el modelo real “As-Build”.

---

## N

---

Nivel de desarrollo

Level of Development

LOD

Exposición de factores geométricos y datos informativos. Por ello es el nivel de desarrollo (LOD) el concepto más relevante para el desarrollo de la metodología BIM como modelo colaborativo, en el que la información será más fiable.

Nivel de detalle Level of Detail

LoD

Nivel de descripción de un elemento que hace referencia principalmente a cómo ha sido detallado.

Nivel de madurez BIM	BIM Maturity Level		Capacidad de la cadena de trabajo para el intercambio de información y el trabajo colaborativo. Pueden definirse distintas fases de madurez que se han segmentado en 4 niveles, del 0 al 3. [38]
----------------------	--------------------	--	--

## P

Plan de Ejecución BIM	BIM Execution Plan	BEP	Documento compartido por todas las partes del proceso BIM. Establece la metodología de trabajo de los agentes integrantes para alcanzar los estándares del proyecto
-----------------------	--------------------	-----	---

Promotor	Owner		El cliente o promotor es la persona física u organización que encarga el proyecto y su ejecución. Es la figura encargada de la puesta en marcha y financiación del proyecto BIM.
----------	-------	--	--

Proyecto BIM	BIM Project		Conjunto de proyectos técnicos, desarrollados en un Entorno Colaborativo de Trabajo, en la que cada uno genera un producto, servicio con la finalidad del desarrollo del proyecto de edificación. Tiene un inicio y finalización y requiere la redacción del entregable BEP, que defina los roles, funciones y responsabilidades.D11
--------------	-------------	--	--

## S

Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos	Electronic Document Management System	EDMS	Sistema de documentos digitales que permite almacenar, gestionar y compartir documentos digitales.
---	---------------------------------------	------	--

### 5.3 Objetivos BEP.

Guía BIM de Singapur en su contemplación sobre la necesidad de un Plan de Ejecución enumera los objetivos principales de la misma. A continuación enumeramos éstos que han sido anteriormente establecidos por [30].

- Información del proyecto
- Usos y objetivos
- Roles y responsabilidades
- Procesos y estrategia
- Protocolo de intercambio y formatos
- Requisitos de datos
- Procedimientos de colaboración y método de manejo de modelos compartidos
- Control de calidad
- Software e infraestructura tecnológica

Por otra parte, la Guía de Pensilvania, nuestro mayor referente en este punto, establece la finalidad del desarrollo de un BEP. Según [2] mediante este documento las partes implicadas en un proyecto conseguirán comprender y comunicar claramente los objetivos estratégicos, así como los roles y responsabilidades en la implementación.

También [9] se apoya en que los diferentes equipos determinaran los procesos y competencias para lograr el éxito. Así mismo desarrollaran un plan de referencia para posibles incorporaciones a mitad del proyecto y que sirva para observar el proceso.

Para que el BEP sea útil y esté redactado de manera adecuada, deberá contestar a las siguientes cuestiones según [39]; *qué, quién, cuándo, cómo y por qué*.

A las anteriores cuestiones se les contesta generalmente estableciendo los usos y objetivos, los roles y responsabilidades, los entregables, las herramientas necesarias e intercambios de información y por último el *para qué* de todo ello en el proyecto.

Éstos objetivos descritos anteriormente son una síntesis de los expuestos por la Guía de Singapur en el inicio.



## **5.4 Roles y Responsabilidades.**

En lo que será éste capítulo de la guía, trataremos por separado el ciclo de vida de un proyecto BIM y las definiciones de los roles y responsabilidades, para realizar una posterior relación entre los mismos mediante un organigrama.

En la gestión de proyectos, dentro de la metodología BIM, una parte clave es la definición de roles y responsabilidades a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Se crea un equipo de trabajo, también llamado Task Team, donde tendrá lugar su definición. Estarán incluidos en el BEP y se reflejarán en el contrato. Cabe destacar que tanto el BEP como el contrato dependerán de cada tipo de proyecto, organización y fase del ciclo de vida como nos indica es.BIM (Implantación del BIM en España) en su documento[40].

“La gestión de un proyecto BIM es llevada a cabo por todo el equipo de trabajo. En la gestión de un proyecto BIM los roles no son cargos en la empresa, son funciones y responsabilidades asignados en el equipo de trabajo [40]”

De la anterior cita, se deduce que la asignación entre miembros y roles no debe de ser realizada con carácter de unanimidad, es decir que varios miembros pueden desempeñar un mismo rol, o varios roles desempeñarse por un mismo miembro del equipo.

Los miembros del equipo se deben caracterizar por la competencia y autoridad para poder asumir los roles asignados, teniendo en cuenta que los roles durante el ciclo de vida de un proyecto pueden pasar de una actividad a otra durante el mismo.

Se ha realizado la siguiente figura a modo de esquema para aclarar el proceso que se debe de seguir para llegar a una definición de roles correcta dentro equipo de trabajo.



Fig. 5.1. Definición de Roles BIM en proyectos. Elaboración propia.

En primer lugar debemos identificar el proyecto y tipo de proyecto donde se va a aplicar la metodología BIM. No será lo mismo actuar en un proyecto de edificación que en uno de infraestructuras, por lo tanto los roles posiblemente no sean los mismos. Esto se debe a que contienen diferentes tipos de proyectos, mientras que los de edificación hay de rehabilitación o replanteamiento de funcionalidad en una infraestructura el proyecto se clasifica en una reparación o conservación.

#### **5.4.1 Ciclo de vida de un proyecto.**

A continuación, se debe definir las fases del ciclo de vida del respectivo proyecto. En los proyectos BIM encontramos diferencias respecto a los tradicionales. El proyecto se denominará pre-construcción mientras que la fase de explotación será post-construcción.

Cabe destacar que los proyectos BIM las fases pueden ser definidas por los usos y objetivos explicados anteriormente, la planificación de las actividades dentro de las fases puede hacer que estas coincidan en el tiempo.

En la Fig. 5.2 podemos observar el ciclo de vida de un proyecto en BIM y mediante la imagen explicar los procesos de gestión en los tres sub-procesos.



Fig. 5.2. Ciclo de vida BIM [41]

Para una adecuada gestión de proyectos mediante BIM, Building SMART en [42] expone la necesidad de dividirlo en los tres sub-procesos que desarrollaremos a continuación. Como hemos dicho en anteriores ocasiones el modelado de la información se basa en un proceso de retroalimentación.

Cabe destacar la necesidad de los intercambios de información para que los procesos sean óptimos, teniendo en cuenta su planificación. Es importante también desde el punto de vista de desarrollo de esta guía

### **Diseño.**

En esta parte del proceso tiene lugar el diseño conceptual, detallado, los análisis pertinentes y la documentación.

Por otra parte, la gestión en la fase de diseño se basa en las siguientes premisas, las cuales las hemos establecido mediante las ventajas que nos proporciona la metodología

BIM. Partiendo del documento [43] establecemos que para gestionar este subproceso nos debemos centrar en:

- Intercambios de información. “... haciendo que la información sea más accesible y transparente y esté siempre actualizada [43]”.
- Toma de decisiones eficientes.
- Control de calidad.
- Entregas mediante automatización.
- Control de riesgos.

### **Ejecución.**

En esta parte del proceso tiene lugar la fabricación, construcción de la cuarta y quinta dimensión y la construcción logística.

Cómo en el subproceso de diseño, nos basamos en las ventajas de uso explicadas en [43] para concluir que para una gestión óptima en la fase de ejecución debemos atender a:

- Seguridad y salud, para las posibles auditorias en esta fase. Para ello se establecen alternativas con menores riesgos.
- Documentar a los participantes presentes en el subproceso.
- Tiempo, controlando los costes y por consiguiente minimizando los errores.
- Trazabilidad de datos.

### **Operación - Supervisión.**

En esta parte del proceso tiene lugar las fases de operación y mantenimiento y junto con ésta la fase de renovación

Para poder gestionar el proceso de supervisión de un proyecto es necesario hablar de “el modelo”. Para ello BIM Community en [44] y su respectivamente fuente [45], exponen la importancia del control respecto a la actualización de datos. Esto es posible si se supervisa que los mismos se refresquen ante los cambios que puedan surgir.

### 5.4.2 Definición de Roles.

Por ultimo sería el desarrollo de los equipos de trabajo, y a la par los roles. Para poder definir los roles contemplados en esta metodología partimos de la figura que se muestra a continuación. En la misma podemos encontrar en que fases intervienen los diferentes equipos de trabajo, conjuntamente con sus roles. También las relaciones entre ellos, situados a los márgenes de la imagen.

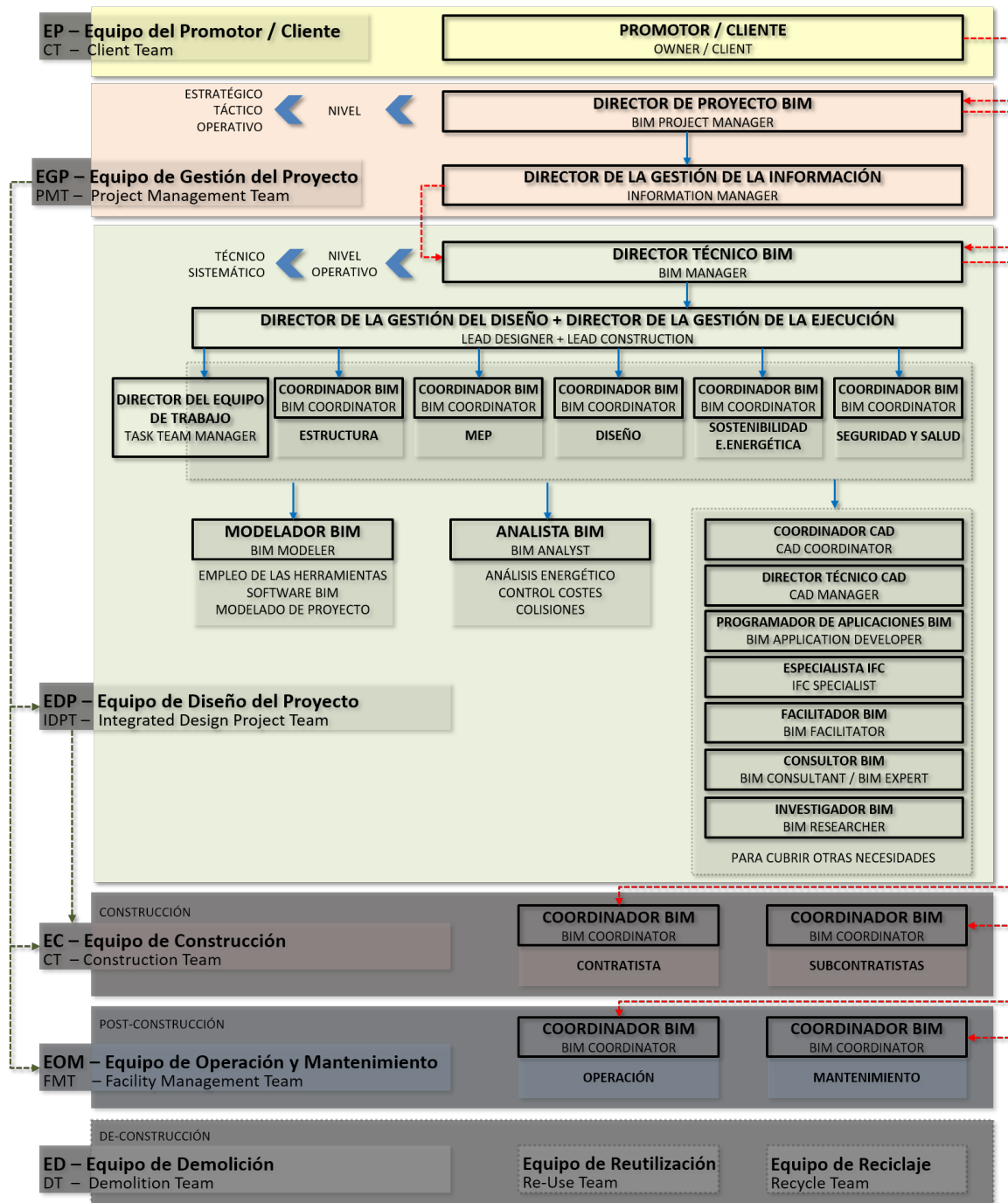


Fig. 5.3. Organigrama de roles BIM [40]

Siguiendo el organigrama, a continuación definiremos las funciones de los diferentes roles contemplados según [40].

### **Promotor – Owner**

El cliente o promotor es la persona física u organización que encarga el proyecto y su ejecución. Es la figura encargada de la puesta en marcha y financiación del proyecto BIM. El promotor integra el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE) y es responsable de la contratación del Equipo de Gestión del Proyecto (EGP).

### **Director de Proyecto BIM - BIM Project Manager**

El Director del proyecto BIM (BIM Project Manager) es la persona nombrada por el promotor/cliente con el objeto de gestionar el proyecto BIM y alcanzar las expectativas y objetivos planteados por el cliente. Esta figura se integra en el Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team) para operar a nivel estratégico, táctico y operacional.

Las funciones y responsabilidades del Director de Proyecto son:

- En relación al cliente implementar el desarrollo de los protocolos BIM de acuerdo con los Requisitos de Información del Cliente (EIRs) así como la definición de objetivos y usos del cliente.
- En relación al proyecto, impulsar su desarrollo y definir el alcance del proyecto. De igual modo, para la puesta en marcha del proyecto desarrollará el acta de constitución del proyecto, se encargará de la selección y conformar y liderar el proyecto. En este proceso deberá identificar y evaluar a los agentes del proyecto y generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.

También son funciones y responsabilidades del Director del Proyecto la gestión y control de los riesgos, la gestión de los cambios en el proyecto y la gestión de la calidad. Por lo que se refiere al seguimiento del mismo deberá informar del

progreso y su estado, siendo también el responsable del control de los costes y los plazos en su ejecución.

### **Director de la Gestión de la Información - Information Manager**

El Director de la Gestión de la Información es el responsable del control y la gestión del flujo de la información entre todos los integrantes del proyecto BIM, durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Proporciona la información necesaria a los agentes intervinientes en el proyecto en los tiempos precisos y reporta igualmente información al promotor o cliente.

Las funciones asignadas a esta figura tienen como eje la gestión de la transmisión de la información necesaria y en los momentos fijados durante todas las fases: diseño, construcción y explotación y mantenimiento.

### **Director Técnico BIM – BIM Manager**

El Director Técnico BIM es la figura responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM. Es designada por el Equipo de Gestión del Proyecto (EGP) en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto. Es el impulsor y líder de la metodología BIM y coordina el modelaje y los recursos del proyecto, procurando la colaboración de todos los agentes que intervienen en el proyecto.

El Director Técnico tiene como misión la integración de todas las disciplinas en la visión global del proyecto, coordina la generación de contenidos y en relación con la comunicación debe transmitir las dificultades y ventajas de BIM. Su nivel de desempeño es a nivel operativo (Técnico).

Por lo que se refiere a las funciones del Director Técnico BIM:

- Coordinación del Equipo de Diseño del Proyecto (Integrated Design Project Team, IDPT), asistiendo a sus reuniones.
- Establecimiento, en el Entorno Colaborativo (CDE), de los requisitos de cumplimiento de información al cliente.
- Proponer y coordinar el BIM Execution Plan (BEP), tanto en la definición, como en su implementación y cumplimiento.

- Tiene la responsabilidad en el establecimiento de la normalización y estandarización, del software y las plataformas, el manual de usuario BIM y la aplicación y validación de protocolos, garantizando la interoperabilidad
- Es el encargado de establecer los niveles de información y los flujos de trabajo en los proyectos, prestando el apoyo técnico en la detección de colisiones.
- Gestión y control del modelo, detectando y validando los cambios necesarios a fin de garantizar la calidad del proyecto.

### **Director de la Gestión del Diseño - Lead Manager**

El Director de la Gestión del Diseño es el agente que administra y aprueba el diseño del proyecto. Es el responsable de confirmar los resultados de diseño del Equipo de Diseño del Proyecto (EDP).

Es la persona que, junto con el Director de la Gestión de la Ejecución, proporciona una vía de enlace en la comunicación entre los Equipos de Diseño del Proyecto y los Equipos de Construcción. Asimismo, coordina las entregas de los diseñadores principales y diseñadores de especialidades al responsable del Equipo de Construcción.

Las funciones y responsabilidades de esta figura se podrían sintetizar en:

- Control y gestión del diseño.
- Aprobación y desarrollo de la información.
- Validar y aprobar los resultados del Equipo de Diseño.

### **Director de la Gestión de la Ejecución - Lead Construction**

El Director de la Gestión de la ejecución es la persona responsable de la dirección de la ejecución del proyecto mediante las gestiones con sistemas BIM. Es la figura que confirma los resultados de la ejecución del Equipo de Construcción (CT).

El Director de la Gestión de la Ejecución, establece los canales de comunicación entre los Equipos de Diseño del Proyecto y el Equipo de construcción.



Coordina la dirección ejecutiva de la obra, junto con el Director de la gestión de Diseño en el ámbito BIM de los distintos intervinientes en el proyecto.

Además de administrar la ejecución, debe aprobar y desarrollar la información y documentación para la coordinación antes de ser compartida y aprobar los resultados del Equipo de Construcción.

### **Director del Equipo de Trabajo – Task Team Manager**

El Director del Equipo de trabajo es el agente responsable ante el Director de la Gestión del Diseño como jefe de las distintas disciplinas que intervienen en el proyecto y que tienen que ser compartidas por todos los integrantes del equipo.

La función y responsabilidad principal del Director del Equipo de Trabajo es la producción del diseño de una tarea determinada.

### **Coordinador BIM - BIM Coordinator**

El Coordinador BIM es el referente para la coordinación del trabajo dentro de una misma disciplina, responsabilizándose de que se cumplan los requerimientos del Director Técnico BIM. La adscripción de esta figura en función de la especialidad, implica que existirán tantos coordinadores como especialidades incluya el proyecto: diseño, estructura, sostenibilidad, seguridad y salud laboral,...

Sus funciones y responsabilidades son:

- Coordinación del trabajo dentro de su disciplina.
- Control de la compatibilidad con el resto de las disciplinas que operan en el proyecto con el modelo BIM.
- Gestión y control de los procesos de calidad del modelo BIM.

## **Modelador BIM – BIM Modeler**

El modelador BIM es el integrante del equipo en el que recae la responsabilidad del modelado de acuerdo a los criterios recogidos en el BEP. Esta figura tiene que tener especialización en construcción, así como poseer técnicas y habilidades para organizar y combinar la información. Otro de los requerimientos para ejercer este rol son los conocimientos de las TIC y específicamente sobre estándares abiertos y bibliotecas de objetos. Se requiere también para este puesto sistematización y disciplina para el mantenimiento de la calidad.

Las funciones principales que debería realizar esta figura son:

- Coordinación constante de su trabajo con las partes externas: arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores.
- Facilitar información fundamental a todas las disciplinas involucradas, utilizando herramientas de software de BIM.
- Exportación del modelo 2D.
- Creación de visualizaciones 3D, añadiendo elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y el enlace de datos del objeto.

Tras estos roles principales, [40] enumera otros roles como recomendación dentro del Equipo de Diseño de Proyecto (EDP), analistas, investigadores, consultores, especialistas, etc.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo donde partiendo de éstos conceptos se establecen cuáles han sido los pensados por algunas de las guías existentes con mayor relevancia en el entorno BIM.

TABLA 5.1 CUADRO COMPARATIVO ROLES Y RESPONSABILIDADES

<b>Roles</b> ( <i>Comité es.BIM</i> )	<b>The VA BIM Guide v1.0</b>	<b>BIM Standard &amp; Guide</b> ( <i>Florida International University</i> )	<b>Singapore BIM Guide v2</b>
<b>Promotor</b> Owner			
<b>Director Proyecto BIM</b> BIM Project Manager			
<b>Director Gestión Información</b> Information Manager			
<b>Director Técnico BIM</b> BIM Manager			
<b>Director Gestión Diseño</b> Lead Designer			
<b>Director Gestión Ejecución</b> Lead Construction			
<b>Director Equipo de Trabajo</b> Task Team Manager			
<b>Coordinador BIM</b> BIM Cordinator			* <sub>1</sub>
<b>Modelador BIM</b> BIM Modeler/BIM Operator			
Otros roles * <sub>2</sub>			

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla podemos deducir en un primer lugar que las guías existentes en el mercado no realizan un análisis tan exhaustivo como el del comité en este campo acerca de los diferentes roles, siendo uno de los más importantes para llevar a cabo un BEP. Sin embargo, por ejemplo en la Singapore BIM Guide [30] plantea dos roles diferentes dentro del Coordinador BIM (\*<sub>1</sub>). Divide el término en BIM Coordinator for Consultant y BIM Coordinator for Contractor. El primero tendrá sus responsabilidades dentro de las fases de diseño y construcción, mientras que el segundo tan solo tendrá lugar en la fase de construcción.

El término de otros roles (\*<sub>2</sub>) hace referencia a las recomendaciones del comité de implantación BIM en España (Analista BIM, Facilitador BIM, Consultor BIM, Investigador BIM, etc.). Ninguna de las tres guías analizadas contemplan estos términos, esto se puede deber a que son roles muy específicos para el nivel de implementación que tiene el BIM en la actualidad.

## **5.5 Las Dimensiones.**

El alcance BIM puede abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto desde la idea hasta la demolición, o renovación. El objetivo del BIM no es tener un modelado en 3D, si no conseguir una fluidez de trabajo colaborativo. La importancia de la interoperabilidad en los intercambios de información reside en el conjunto de software. A este modo en el momento que cambiamos una parte del proyecto, este mismo se reflejará en el resto del proyecto. Por lo tanto podemos definirlo como un proceso de modificación y retroalimentación.

Por ello debemos aclarar en primer lugar las 7 Dimensiones originales. Para la identificación de las dimensiones nos basamos en la clasificación e información proporcionada por Editeca en [46].

## 1D – IDEA

En la primera dimensión, partimos de la idea principal para el posterior desarrollo del proyecto. Se deben realizar una serie de estudios, como el de mercado o el de viabilidad. Junto con la idea, se definirán preguntas como dónde tendrá lugar el proyecto y cómo se deberá ejecutar ésta desde un aspecto general. La ejecución de la idea parte de la preparación de un BEP, siendo este el plan de ejecución BIM.

## 2D – VECTOR

También denominada como “boceto”. Se debe definir la planificación respecto a aspectos como las entregas que serán necesarias en el proyecto, los materiales, y como indica Espacio BIM [47] los pilares para la sostenibilidad del mismo.

## 3D – MODELLING

Esta dimensión contiene una importancia excepcional debido a que no solo generaremos el documento en 3D, sino que también se incluirán todos los datos relevantes e información necesaria para las fases posteriores, influyendo en la cuarta y quinta dimensión.

## 4D – PLANNING

La cuarta dimensión aporta al proyecto el aspecto temporal. Por eso en algunos documentos lo encontraremos por la denominación “tiempo”. En las anteriores dimensiones ha habido aspectos de modelado, sin embargo en esta dimensión tendrá lugar la definición del ciclo de vida. Se definirá la dedicación que conllevan las tareas mediante gráficos, basándonos en diagramas de Gantt como indica [46].

## 5D – COST CONTROL

En esta dimensión tendrá lugar el control de costes, pudiendo incrementar la rentabilidad de los proyectos. Se basa en la recopilación de datos para poder controlar también en el ciclo de vida el uso y mantenimiento.

## 6D – SUSTAINABILITY

Llegados a este punto tenemos en cuenta la sostenibilidad, algunos documentos como [47] lo denominan simulación o Green BIM, ya que expone la teoría de que en esta dimensión se debe alcanzar la solución más óptima, dicho de otra manera: sostenible.

En [48] divide dicho concepto en tres: ambiental, económico y social. Plantea como el hecho de la involucración de la tecnología en esta metodología, como puede ser la automatización, incrementen la sostenibilidad.

## 7D – FACILITY MANAGEMENT APPLICATIONS

Esta dimensión, sería la última básica. La entendemos como un “Manual de instrucciones” donde se expresa todo el ciclo de vida del mismo proyecto, pudiendo partir de este para una gestión óptima de sus activos.

A continuación en la figura podemos observar las 7 dimensiones descritas anteriormente junto con las 3 dimensiones posteriores descritas por BIM Academy.

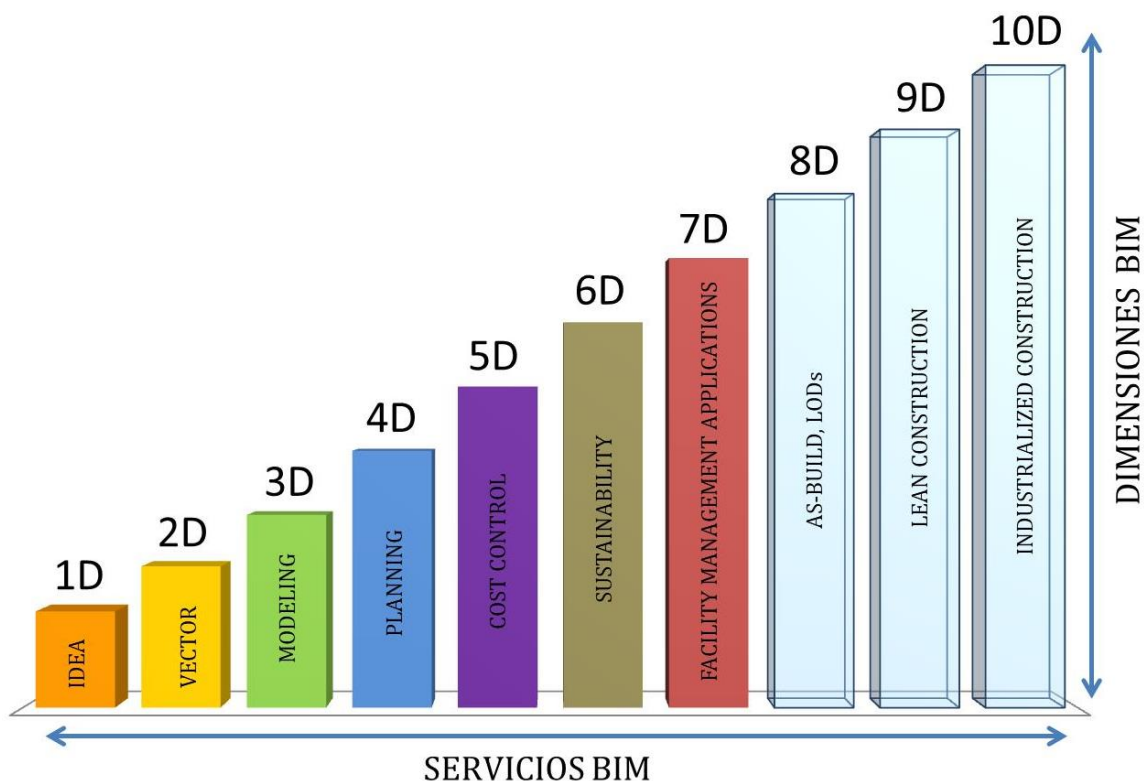


Fig. 5.4. Dimensiones BIM. Elaboración propia

Podemos observar en translucido, la existencia de otras dimensiones, como la octava, novena y décima dimensión, descritas por BIM Academy en [49]. Se abre una nueva puerta a la electrónica y automatización ya que la 10D es la construcción industrializada, descrito por la anterior referencia como “el objetivo”.

#### 8D – AS-BUILD REAL, NIVEL DE DETALLE

En lo que sería la octava dimensión se debe planificar los flujos de trabajo para conseguir el modelo real “As-Build”. También fijar unos LODs y la planificación para poder conseguirlo. Se habla de la necesidad de herramientas como drones, realidad aumentada, etc.

#### 9D – LEAN CONSTRUCTION

Se refiere a la filosofía Lean, donde el objetivo sería la eficacia BIM para un posterior uso de la digitalización que eso conlleva.

#### 10D – CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Cómo se ha introducido anteriormente, dicha dimensión es el objetivo real. Donde [49] expone la importancia de en un entorno BIM aplicar una filosofía Lean. De éste modo obtendremos uno resultado eficiente, rentable, sostenible, etc, a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

### **5.6 Alcance - Nivel de Desarrollo (LOD).**

El concepto LOD en un origen hace referencia al Nivel de Detalle (Level of Detail), pero posteriormente el concepto se concibe como Nivel de Desarrollo (Level of Development) por el Instituto de Arquitectos Americanos, AIA (American Institute of Architects).

En primer lugar, el nivel de detalle haría referencia principalmente a cómo ha sido detallado el elemento. Sin embargo el nivel de desarrollo realiza una exposición de factores geométricos y datos informativos. Por ello es el nivel de desarrollo (LOD) el concepto más relevante para el desarrollo de la metodología BIM como modelo colaborativo, en el que la información será más fiable.

BIMForum en su documento *Level of Development Specification* plantea que:

“El marco de Nivel de Desarrollo(LOD) aborda varios problemas que surgen cuando se utiliza un BIM como herramienta de comunicación o colaboración, es decir, cuando no sea el autor el que extrae la información del mismo” [50].

El anterior documento realiza una estructuración de los diferentes elementos que conforman edificaciones, desde elementos estructurales hasta elementos electrónicos referentes a la seguridad de la misma. Mediante una definición particularizada para los elementos dependiendo del nivel de desarrollo necesario.

Cabe destacar que aunque [50] haya evolucionado en los años los elementos referentes a la electrónico no precisan de una definición exhaustiva como por ejemplo el de la célula fotovoltaica.

Definir los niveles de desarrollo tiene como objetivo estandarizar de alguna manera el contenido de los elementos incluidos en los planes de ejecución BIM. Podemos encontrar los siguientes descritos en “*Nivel de desarrollo. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.*”

## **LOD 100**

“El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica. No es necesaria su definición geométrica aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto” [51].



## **LOD 200**

“El elemento objeto está determinado por su posición y ya posee una definición geométrica no completa. Tiene los datos aproximados de dimensiones, forma, ubicación y orientación. Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto” [51].

## **LOD 300**

“El elemento objeto está definido geométricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación” [51].

## **LOD 400**

“El elemento objeto está definido geométricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detallado completo, información de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e instalación” [51].

## **LOD 500**

“El elemento objeto está definido geométricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación” [51].

También muchos documentos plantean un nivel de desarrollo **LOD 350**.

Mediante éstas definiciones e información aportada por [51] creamos una tabla relacionando los diferentes niveles de desarrollo con los usos descritos por el anterior documento, teniendo en cuenta “análisis”, “coste”, “programación” y “coordinación” .

TABLA 5.2. USOS NIVELES DE DESARROLLO

Nivel de desarrollo	Análisis	Coste	Programación	Coordinación
<b>LOD 100</b>	Orientación y ubicación	Estimación $f(A, V)$	Definir fases y tiempo	No aplicable
<b>LOD 200</b>	Aspectos generales	Estimación avanzada	Planificación y prioridades	Con otros elementos. Distancias.
<b>LOD 300</b>	Funcionamiento	Específico $f(\text{fabricación})$	Programación LOD 200	Coordinación LOD 200
<b>LOD 400</b>	Conjuntos constructivos	Coste LOD 300	Programación LOD 200	Coordinación LOD 200 Uso y mantenimiento
<b>LOD 500</b>	Estado actual y estado futuro	Aprobaciones de productos	Renovaciones y modificaciones	Gestión y explotación

Fuente: Elaboración propia a partir de [51]

A continuación podemos observar los diferentes niveles de desarrollo de una forma más esquemática mediante las imágenes de una silla en los diferentes LODs.

En el LOD100 por mucho que la silla esté dibujada de una forma detallada los únicos datos que contiene es una *Descripción* como “Silla de Oficina”. En el LOD200 además de la anterior descripción podemos observar datos más específicos como *Anchura*, *Profundidad* y *Altura*.

En cambio en el LOD300 el dibujo es muy esquemático, esto se debe es que así pretenden dejarnos claro que en este nivel es un nivel de documentación. La *Descripción* ofrece un mayor detalle, especificando que contiene “Ruedas” y “Brazos”.

## LEVEL of DEVELOPMENT

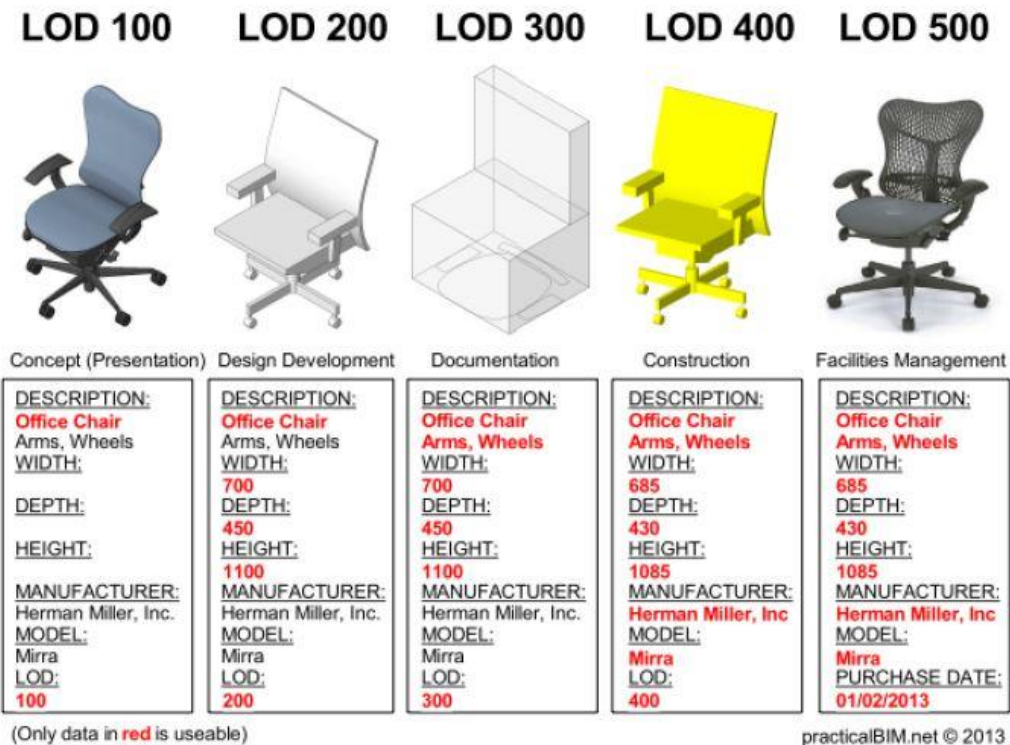


Fig. 5.5. Ejemplo Nivel de Desarrollo [52]

En los elementos u objetos BIM se puede delimitar su nivel de desarrollo en función de su geometría o información como expone eCOB en el Estándar de creación de objetos en [53].

### 5.6.1 Niveles de Geometría (LOG).

Para definir un objeto, como se ha dicho anteriormente, es necesario aclarar su geometría y para ello [53] lo clasifica en tres niveles:

- Nivel Básico: en este nivel no existen detalles, se representa la información mediante bloques.
- Nivel Medio: la geometría se vuelve más específica pero sigue caracterizándose con la sencillez. En este nivel se debe entender el objeto.

- Nivel Detallado: el nivel de especificación será el considerado por el autor. Ecob en su documento, expone la necesidad de no “colapsar el sistema de archivos digitales”.

### 5.6.2 Niveles de Información (LOI).

Los niveles de información delimitan cual debe ser el grado del mismo para los entregables que contienen los elementos en los diferentes proyectos. En [53] establece los cuatro niveles siguientes:

- LOI 1 para “Proyectos Básicos”.
- LOI 2 para “Proyectos Ejecutivos”.
- LOI 3 para “final de obra”.
- LOI 4 para fases de explotación.

A continuación en la figura encontramos la relación, entre LOD, dimensiones y modelo tradicional.

NIVELES DE DESARROLLO DE PROYECTO	PROCESO BIM		MODELO TRADICIONAL
AIA (EEUU)	DIMENSIONES BIM		MODELO TRADICIONAL
LOD 100	No Existe Modelo		Anteproyecto
LOD 200	3D BIM	6D BIM	Proyecto Básico
LOD 300			Proyecto de Ejecución
LOD 400			
	4D BIM		
	5D BIM		Libro del Edificio/ Protocolo de Mantenimiento
LOD 500	7D BIM		

Fig. 5.6. Relación LODs / Dimensiones / Modelo Tradicional [10]

## **5.7 Entregables.**

Los entregables BIM consisten en contestar a la cuestión “qué”. Es decir, en las diferentes partes de un proyecto el qué debe ser definido y por quién. En la Singapore BIM Guide [30] indica que para poder definir estos entregables se necesita una “Matriz de objetivos BIM y responsabilidades”.

Mediante recolecciones de elementos BIM se conformaran cada uno de los entregables. En [30] se define un elemento como “una representación digital de sus características físicas y funcionales de un componente de construcción real para ser utilizado en un proyecto”.

Los elementos se describen por atributos, geométricos o no geométricos, incrementando la descripción de los elementos en función del nivel de detalle que se exija en el proyecto.

Para realizar una guía óptima en entregables en éste capítulo nos centraremos en explicar la estructuración de una matriz de objetivos BIM y responsabilidades.

### **5.7.1 Matriz De Objetivos BIM y Responsabilidades.**

El entregable que contiene carácter más relevante es la Matriz de Objetivos BIM y Responsabilidades. En ella podemos encontrar la relación de los objetivos marcados a lo largo del proyecto con el miembro del mismo encargado de su desarrollo.

Utilizando el ejemplo de la Guía de Singapur propone una matriz compuesta por tres columnas:

- Objetivos del Proyecto BIM.
- BIM Manager.
- Miembros del Proyecto involucrados en el objetivo.

Por un lado, encontramos los objetivos que se clasifican según Diseño (conceptual, preliminar y detallado), Construcción, modelo As-Built y Gestión de Instalaciones.

La segunda columna es la del BIM Manager, dejando opción a su aprobación.

Finalmente, encontramos los miembros de proyecto que se plantean en el ejemplo de manera genérica. Son los siguientes:

- Arquitecto (Arc)
- Ingeniero Civil o Estructural (Str)
- Ingeniero Mecánico, Eléctrico y de Instalaciones (MEP)
- Aparejador (QS)
- Inspector (RS)
- Contratista (CON)
- Administrador de instalaciones (FM)

Para una mejor comprensión, se puede consultar el Anexo A. Esta es la matriz propuesta por la Guía de Singapur en [30].

## **5.8 Familias.**

Las familias son objetos BIM paramétricos cuya finalidad consiste facilitar el desarrollo de proyectos mediante BIM. Estarán definidas por las características y funciones del modelo, por lo que es imprescindible el desarrollo de las mismas por parte de los fabricantes.

En [54] describe los tipos de familias como:

- Familias de sistemas: serán los elementos base (como puede ser el suelo, techo, ventanas, etc., de una construcción). Para ello el nivel de desarrollo requerido en el proyecto será mínimo.
- Familias cargables: estos objetos más específicos que se podrán incorporar a los proyectos, haciéndolo así a nuestra Biblioteca BIM. Estas familias nacen de las limitaciones y complejidad de software para diseñar los proyectos. Ante ésta problemática los fabricantes desarrollan catálogos de familias con sus productos. Estos archivos en Revit necesitarán un formato rfa. o rvt.
- Familias in situ: se considera la posibilidad de que el usuario genere su propia familia. Esto habrá que realizarlo en caso de que el fabricante no lo haya puesto a disposición del consumidor, pero es esto lo que se quiere llegar a evitar con el desarrollo de familias cargables.

### **5.8.1 Antecedentes respecto a BIM.**

Para comprender la relevancia de las familias, y la revolución que suponen los software que se implementan en BIM en cuanto a facilidades, en primer lugar vamos a exponer los antecedentes a ésta metodología. Para ello vamos a basarnos en [55].

Los proyectos industriales, antiguamente seguían el modelo tradicional. El modelo tradicional está compuesto por las cuatro fases descritas previamente: Concepción, Definición, Ejecución y Desactivación. En la fase de definición tenía lugar el desarrollo del Proyecto Técnico.

El proyecto técnico es un documento que recoge el conjunto de escritos, cálculos, planos y mediciones necesarios para el desarrollo del proyecto de ingeniería. Este documento se divide en cuatro partes:

### **Memoria**

Es un documento descriptivo tan solo puede estar escrito en presente de indicativo. No tiene carácter de obligatoriedad. La memoria describe el proyecto empezando con la idea general hasta los detalles. Debe ser comprensible por todo el mundo implicado en el proyecto redactado a modo de guía.

La memoria debe incluir la normativa necesaria para el desarrollo del proyecto. Incluirá también una serie de anexos; conformados por los cálculos y por los catálogos de los elementos que están incluidos en el respectivo proyecto. Los cálculos son obligatorios y responden a un “por qué”, y en el caso de los catálogos incluimos especificaciones o características técnicas. Podemos encontrar además anexos con respecto a la planificación.

### **Planos**

Se incluirán planos de secciones, de plantas y de alzado, pero siempre en 2 dimensiones. El proyecto deberá contener el número de planos que se consideren necesarios para la ejecución del proyecto.

### **Pliego de Condiciones**

Es un documento condicionante, el tiempo verbal es importante, debe expresar obligación, entonces usaremos el imperativo. Son condiciones que pone el ingeniero que se deben cumplir obligatoriamente (compuesta por dos partes).

- Especificaciones técnicas de materiales y equipos.

- Definición de procesos de ejecución.



## **Presupuesto**

Es una estimación de lo que va a costar la fase de ejecución del proyecto. Se hará por orden de magnitud, entonces lo que tendremos en cuenta es lo que la propiedad tendrá que pagar al contratista principal. Incluirá el estado de mediciones, será la tabla del presupuesto donde se estipulan las unidades de los elementos.

Con la implantación de la metodología BIM, como ya hemos explicado es un modelo colaborativo, pero lo más importante son las facilidades que se nos proporcionan.

Por un lado se obtendrá el proyecto en 3D, sin necesidad de numerosos planos. Mediante las familias que integraremos a nuestros proyectos, como observaremos más detalladamente en el caso práctico. En este clicaremos encima del elemento, abriremos las propiedades y podremos incluir en el mismo todos sus datos que en el modelo tradicional han estado de manera separada en un documento en papel.

Por un lado podremos ver la referencia a su catálogo anteriormente incluida en un anexo de la memoria; las restricciones que contiene el objeto en su montaje que anteriormente estarían en el pliego de condiciones; el coste del elemento que encontraríamos en el presupuesto; etc.

Pero también los objetos contienen información que en el modelo tradicional no corresponden al proyecto técnico sino por ejemplo el *Protocolo de mantenimiento* o *Libro de Edificación*. Estos son datos la última revisión, y cuando está programada la próxima revisión.

### **5.8.2 Plataformas.**

Partiendo de ésta problemática surgen plataformas para la recopilación de familias, también denominadas Bibliotecas BIM.

Dichas plataformas se encargan de la distribución de objetos BIM, en distintos formatos beneficiando a ambos sectores implicados: el de la construcción y las empresas fabricantes. A continuación se explican dos de ellas, aquellas con mayor repercusión mundial siendo así las que consideramos más útiles para hacer posible la implementación de BIM en proyectos. Ambas constan de oficinas en numerosos países.

- BIMOBJECT.

Bimobject es la plataforma más grande a nivel mundial, con un mayor crecimiento en Europa. Obtuvo el premio Global Red Herring 100 por sus inversores y es considerado el sistema con mayor contenido digital en lo referente a familias BIM.

En [56] encontramos los datos referentes a su oferta; 51.859 Familias de Productos, 334.019 Objetos BIM paramétricos y 28.805.941 artículos.

Bimobject consta con múltiples productos en lo referente a la electrónica y a las instalaciones eléctricas. En esta plataforma podemos encontrar familias de sistemas de seguridad, sensores, redes, comunicaciones, etc., proporcionados por diversas empresas como ABB, Bosch, DAIKIN, etc.

- BIMETICA.

Bimetica es una consultora tecnológica, aplicada al sector de la construcción. Promociona el contenido BIM mediante su plataforma “conscientes de las necesidades ambientales y sociales que envuelven el entorno[57]”

Esta plataforma apuesta por un desarrollo sostenible, queriendo ayudar a dos sectores: el de los profesionales de la construcción y al de las empresas fabricantes. Además aporta innumerables beneficios, entre ellos; consta del aval de los fabricantes, actualizaciones constantes, una gran variedad de familias y un elevado número de formatos para su descarga. Cabe descargar que es una Biblioteca abierta para todo el mundo, donde todos los contenidos pueden ser descargados de manera gratuita.

Tras el titular *Financiación BIM para el desarrollo industrial* [58], el 3 de Abril de 2018 Bimetica anunció en el medio BIM Channel que destinaría 360.000 Euros para el desarrollo de familias de objetos BIM. Este proyecto tendrá como fin 2020. Bimetica en ésta iniciativa restringe cada financiación en un máximo de 9.000 Euros por fabricante y pone como requisito indispensable la elaboración del catálogo en alguno de éstos 3 softwares: Revit, Archicad o Allplan. Con ésta propuesta la consultora intenta solventar la “Demanda técnica del mercado de catálogos BIM” debida a las exigencias de implantación BIM tanto en la Unión Europea como en España.

### **5.8.3 Limitaciones.**

El desarrollo de familias es un proceso tedioso y difícil. Para que fuese posible que entre sus propiedades se incluyesen tantas especificaciones como hemos detallado anteriormente, se planteó como solución la creación de plataformas.

Los fabricantes ponen a disposición mediante plataformas catálogos que se pueden adquirir. Estos están conformados por familias de productos. Sin embargo todavía no está demasiado desarrollado en todos los ámbitos.

La finalidad es poder contar con los parámetros establecidos de cada objeto pudiendo así implementar todo el proyecto en BIM. Entre estos parámetros no solo encontramos dimensiones o materiales, también datos como costes o niveles de desarrollo, adaptándose a las necesidades del constructor.

### **Objetos BIM Electrónicos**

La problemática empieza cuando por ejemplo queramos implementar un sistema de seguridad complejo o una vivienda automatizada en un proyecto BIM teniendo que crear nosotros familias de sensores o redes y convirtiendo en imposible el uso de ésta metodología.

A continuación podemos observar el porcentaje de los tipos de objetos BIM que se pueden encontrar en la plataforma Bimobject [56].

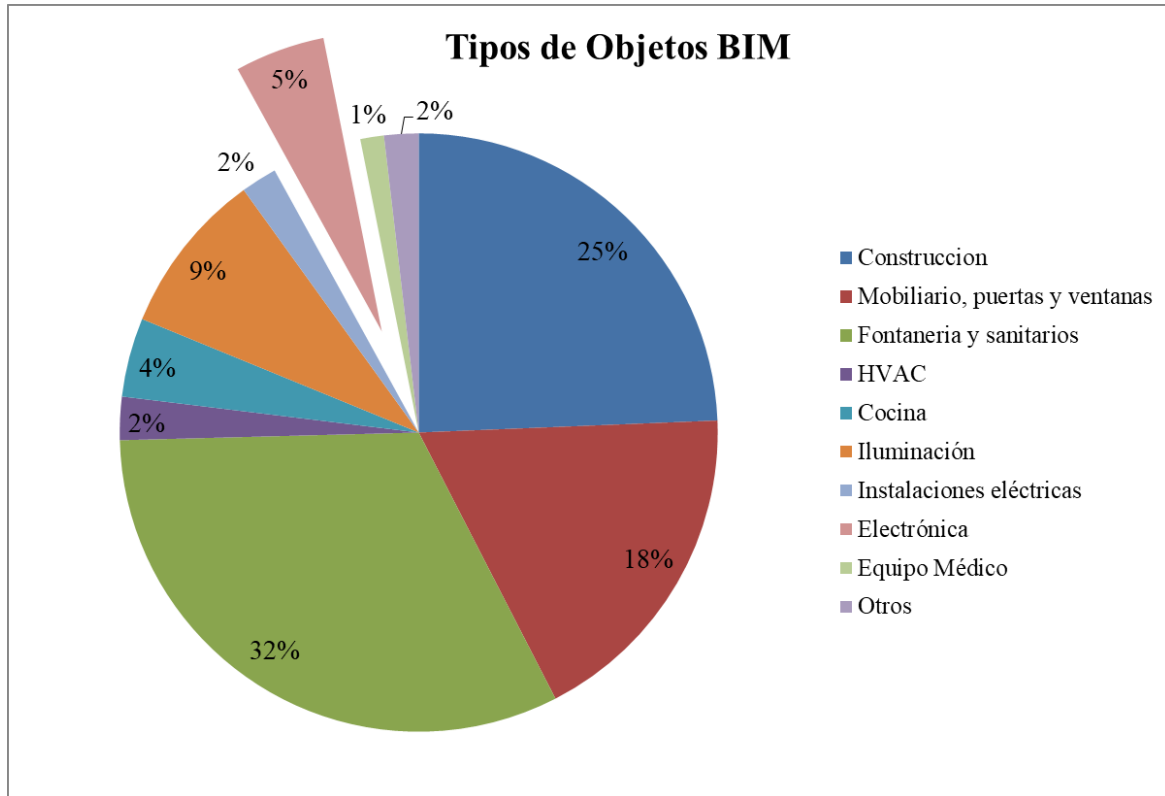


Fig. 5.7. Tipos de Objetos BIM. Elaboración propia.

Tenemos en cuenta que el desarrollo de familias BIM es un proceso complejo que depende actualmente de los fabricantes, sin embargo en el sector de la electrónica las familias todavía no han avanzado demasiado.

En el gráfico observamos como elementos referentes a construcción, mobiliarios y sanitarios conforman el 75% de las familias disponibles.

Cabe destacar la aparición de objetos BIM referentes a minorías. El grupo “Otros” lo hemos conformado con las diferentes categorías:

- Deportes y Ocio
- Infraestructura e instalaciones de carga
- Textil
- Señalización

Los objetos BIM referentes a “Electrónica” componen el 5%, y a “Instalaciones Eléctricas” el 2%.

Dentro de éstas dos categorías podemos encontrar elementos desde seguridad, cámaras, paneles de control, hasta controles eléctricos, palcas solares, transformadores y sensores.

#### **5.8.4 Especificación de Nivel de Desarrollo.**

En el documento “Level of Development Specification - Draft 1 April, 19, 2013,” redactado por *BIM Forum* encontramos diversos ejemplos sobre como tendrá que ser la información que contendran los objetos dependiendo de su nivel de desarrollo. A continuación, mostramos el ejemplo de unas células fotovoltaicas:

#### **D5010.30 – Photovoltaic Collectors.**

TABLA 5.3. NIVEL DE DESARROLLO PHOTOVOLTAIC COLLECTORS

<b>100</b>	Elementos genéricos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Diseños conceptuales y/o esquemáticos.</li><li>• Información mínima de la ejecución del diseño.</li></ul>
<b>200</b>	Diseños genéricos elementales con: <ul style="list-style-type: none"><li>• Aproximada localización/forma/tamaño del equipo.</li><li>• Información de la ejecución del diseño.</li><li>• Requisitos de autorización de acceso aproximados representados en el modelo.</li></ul>

<b>300</b>	<p>Elementos específicos; modelados como <i>elementos de diseño específico</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño/forma/área de ocupación/localización específicos del equipo y componentes asociados.</li> <li>• Asignaciones aproximadas del espaciamiento y autorizaciones requeridas para todos los soportes específicos y controles sísmicos utilizados.</li> <li>• Requisitos de autorización de acceso reales representados en el modelo</li> </ul>
<b>350</b>	<p>Elementos detallados: <i>Elementos entregados por el fabricante o contratista</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño/forma/área de ocupación/localización reales del equipo y componentes asociados.</li> <li>• Tamaño/forma/área de ocupación/localización reales del equipo de soporte y de control de seismos utilizados.</li> <li>• Tamaño/forma/área de ocupación/localización reales del equipo y soporte de estructuras.</li> </ul>
<b>400</b>	<p>Elementos del contratista añadidos al modelo y requeridos para la fabricación e instalación.</p>

FUENTE: BIMFORUM, LOD SPECIFICATION [50] (*Traducción propia*).

El anterior documento contiene numerosos objetos para guiarnos en la creación en BIM de elementos según el estándar. Sin embargo en lo referente a los elementos de electrónica, no desarrollan casos particulares, recomendando al autor de elemento que se base en la descripción genérica de los diferentes niveles de desarrollo.

## 6. CASO PRÁCTICO: CARGAR FAMILIAS ENTORNO REVIT

En este capítulo realizaremos un caso práctico sobre cargar familias. Tras esclarecer las dudas acerca de los antecedentes al BIM, las necesidades y limitaciones de las familias, y junto con éstas una propuesta de solución: las plataformas de objetos BIM.

En primer lugar definiremos el entorno elegido, en este caso Revit, junto con el proyecto elegido para la inserción de una nueva familia externa. También podremos observar las familias pertenecientes a Autodesk incluidas en el mismo y por otra parte las propiedades que contienen elementos como un molino de viento y una placa fotovoltaica.

Para realizar una comparativa de propiedades se selecciona una cámara de seguridad, en este caso Bosch. Aprovechamos para cargarla en el proyecto ejemplo, indicando los pasos a seguir.

### 6.1 Entorno Autodesk Revit.

El entorno de trabajo será Autodesk Revit debido a que es el software más usado en España frente a otros como Graphisoft, Allplan o AECOSim. A continuación se puede observar un gráfico de usos de software BIM. Éste se basa en una encuesta realizada por EspacioBIM [59].

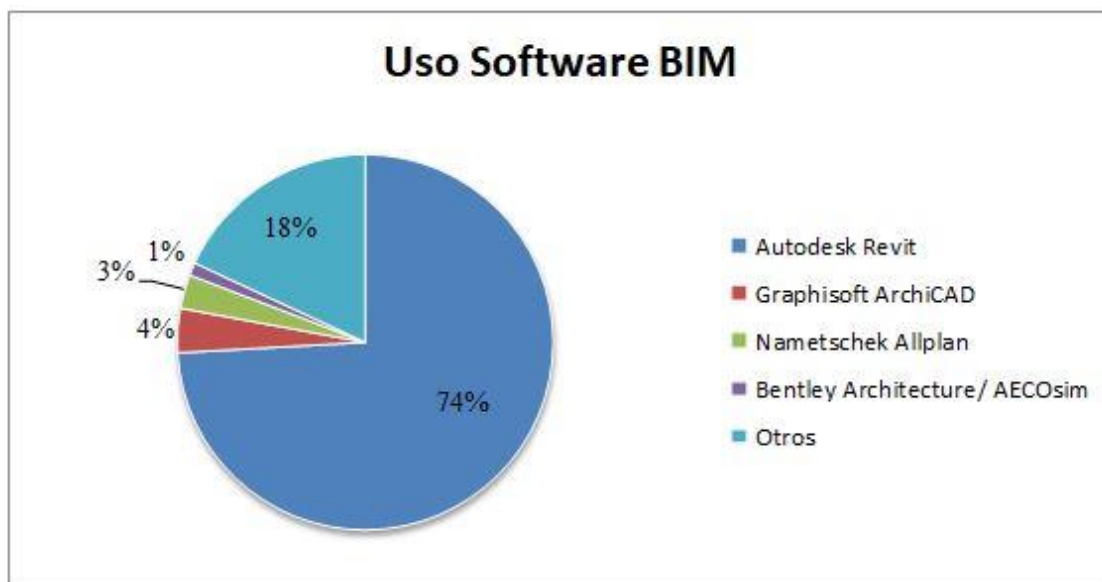


Fig. 6.1. Gráfico de Uso Software BIM en España [59]

La versión usada de Revit en este caso práctico es la de 2018 como se muestra en la siguiente figura.



Fig. 6.2. Autodesk Revit versión 2018

Cuando abrimos el programa seleccionamos el *Ejemplo de proyecto de arquitectura* como podemos ver en la Fig. 6.3 para mediante el mismo observar e insertar las diferentes familias.

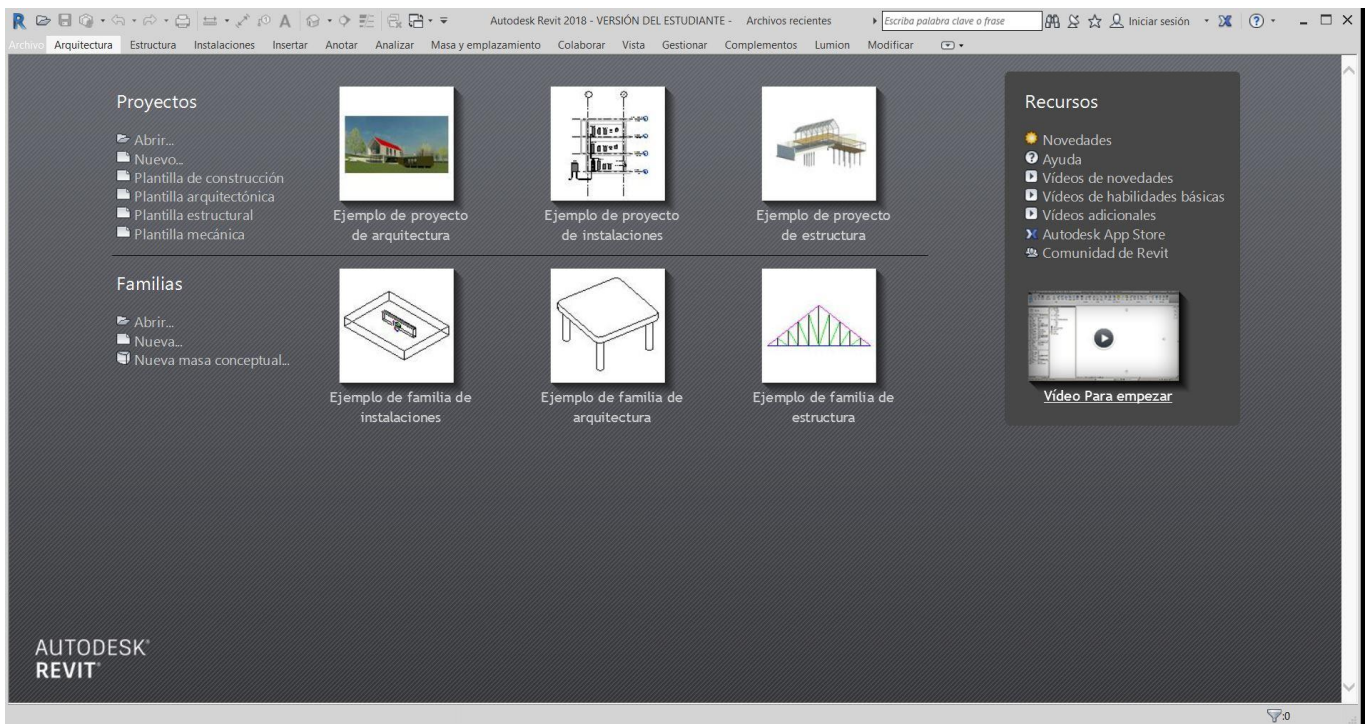


Fig. 6.3. Pantalla de Inicio



A la izquierda de la imagen, se ve que están ya incluidas las plantillas de construcción, arquitectónica, estructural y mecánica. Destacar que si éstas no están incluidas en el proyecto deberemos insertarlas.

A continuación, en la Fig. 6.4 se observa el proyecto abierto en vista 3D. En la pestaña *Vista* configuramos nuestro entorno de trabajo seleccionando la opción de *Propiedades* y el *Navegador de proyectos*. Éstos se encuentran a la izquierda de la imagen. Y lo que harán será ayudarnos a movernos por el proyecto, pudiendo seleccionar los planos de los niveles, las secciones o las vistas de detalle. En el *Navegador de proyectos* también encontramos desplegables de *Leyendas*, *Tablas de planificación* y *Familias* en el cual nos centraremos en este caso en el siguiente apartado.

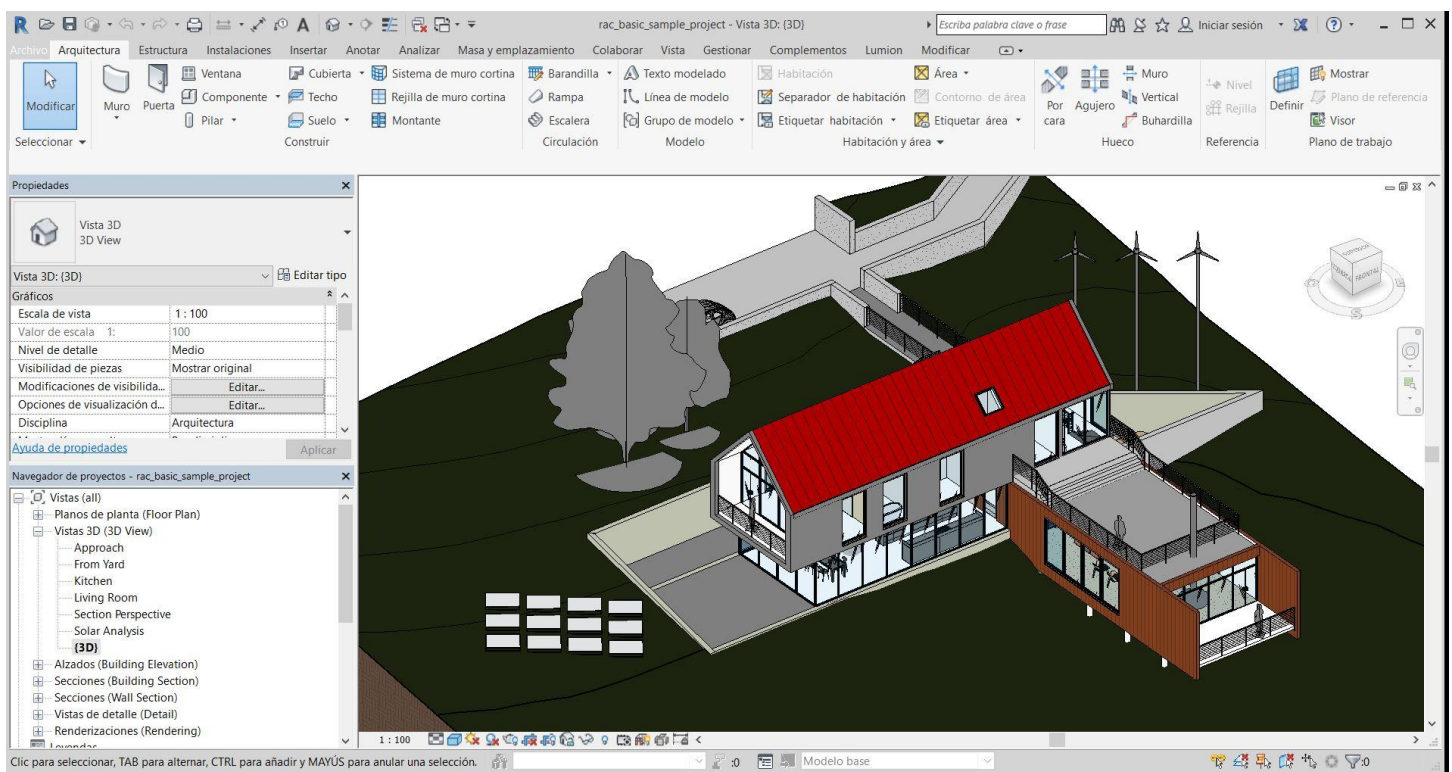


Fig. 6.4. Vista 3D Proyecto Ejemplo

Partiendo del mismo, también podremos seleccionar el proyecto estructural, el cual podemos observar en la Fig. 6.5, pero para la realización del presente caso nos basaremos en la vista arquitectónica del proyecto mostrada anteriormente.

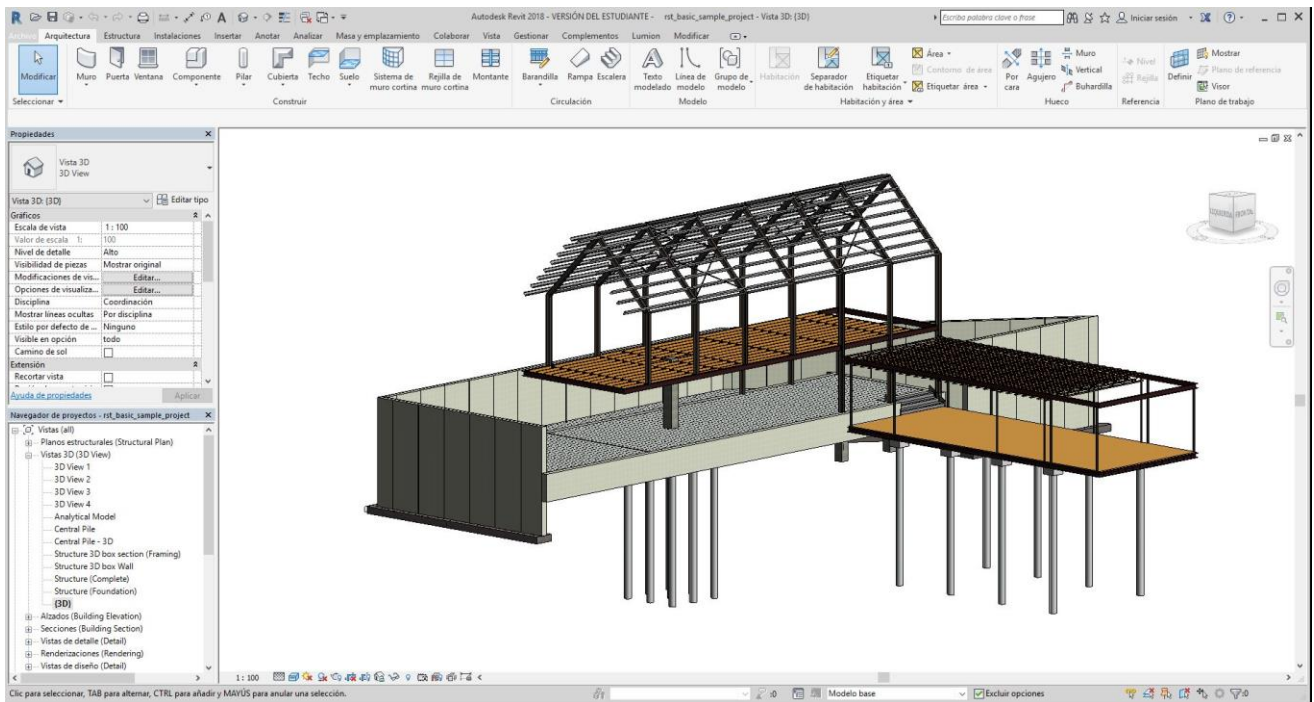


Fig. 6.5. Vista 3D Proyecto Estructural

## 6.2 Familias Proyecto.

Como hemos comentado anteriormente, abrimos el desplegable *Familias*, pudiendo observar todas las que conforman el proyecto ejemplo. Todas ellas son elementos básicos a la hora de desarrollar un proyecto de arquitectura.

Podemos encontrar familias de instalaciones eléctricas como por ejemplo bandejas de cables o luminarias, estructurales como pilares, muros o vigas, etc.



Fig. 6.6. Familias Autodesk Revit

Dentro de *Familias*, entramos en *Emplazamiento* y seleccionamos *Wind\_Power\_Generator*. En la Fig. 6.7 podemos observar el diseño de éste elemento en 3D.

Para realizar una modificación del mismo, deberemos realizarlo desde este punto, nunca desde el proyecto compuesto.

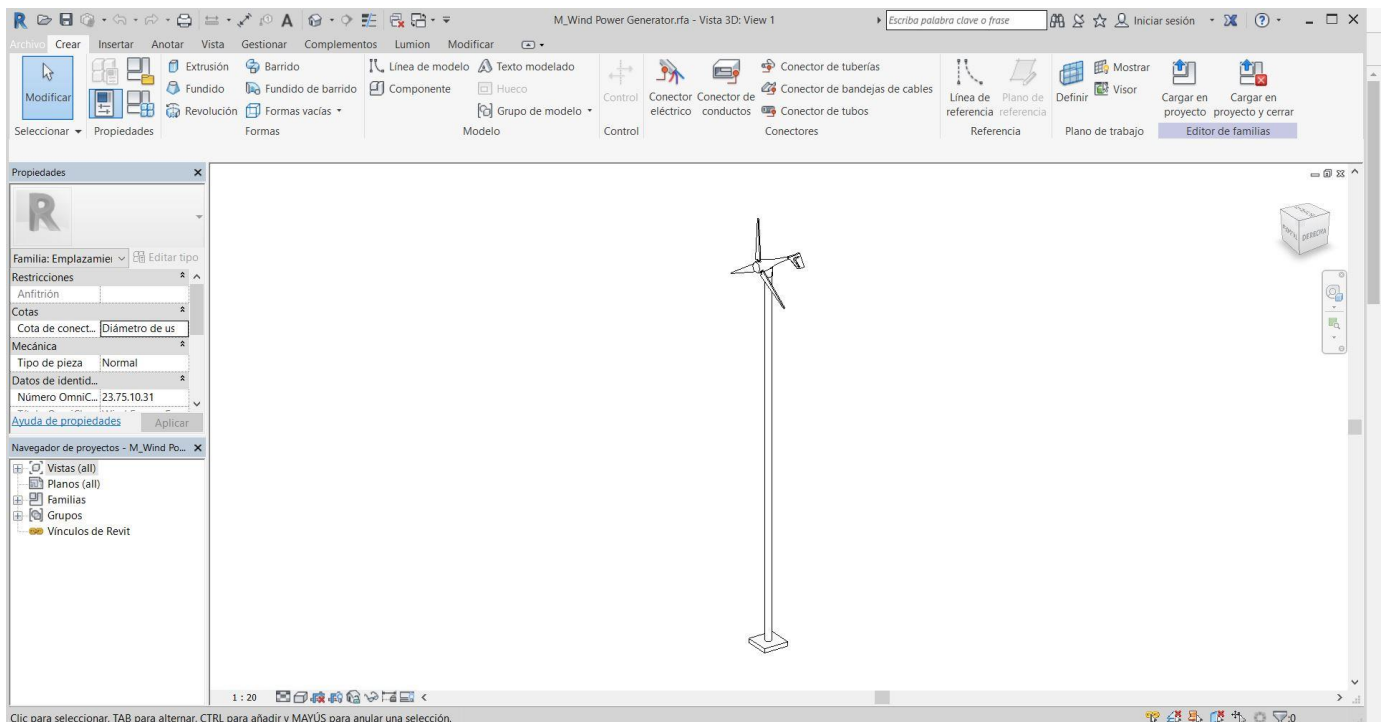


Fig. 6.7. Vista 3D Wind Power Generator

A continuación, mediante la opción *Propiedades* abrimos la pestaña donde podremos observar los parámetros que contiene este elemento. Al ser un objeto de Autodesk, no tiene introducida una descripción amplia. Como podemos ver en la siguiente figura tan solo contiene *Cotas* y *Datos de identidad*. Pero faltarían datos importantes como pueden ser los ofertados por fabricantes: coste, material, etc.

Propiedades de tipo

Familia: M\_Wind Power Generator Cargar...

Tipo: 9 Meters High Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor	=
<b>Cotas</b>		
Total Height	9300.0	
Pole Height	9000.0	
<b>Datos de identidad</b>		
Imagen de tipo		
Nota clave		
Modelo		
Fabricante		
Comentarios de tipo		
URL		
Descripción		
Código de montaje		
Costo		
Descripción de montaje		
<b>Marca de tipo</b>		
Número OmniClass	23.75.10.31	
Título OmniClass	Wind Energy Equipment	
Nombre de código		

<< Vista previa Aceptar Cancelar Aplicar

Fig. 6.8. Propiedades Wind Power Generator

### 6.3 Familia Externa.

En este punto en primer lugar vamos a observar una familia externa ya insertada en el ejemplo del proyecto que hemos seleccionado y después profundizaremos en la carga de una familia externa, un dispositivo de seguridad (*Security camera DINION IP 4000i/5000i/6000i IR*), siendo éste el tema central del caso práctico.

La familia externa elegida es *Photovoltaic Panel Solar World SunModule (235-240)*. Ha sido elegida por los numerosos parámetros que contienen sus propiedades. Estos son de: *Materiales, Electricidad, Eléctrico-Cargas, Cotas, Datos de identidad, Eléctrico-Circuitos*.



Propiedades de tipo

Familia: Photovoltaic-Panel-SolarWorld-SunModule-(235-240) Cargar...

Tipo: SunModule SW 245 Silver Mono - 10 Deg. Angle Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo


Parámetro	Valor
<b>Materiales y acabados</b>	
Solar Cell Material	Glass - SolarWorld - Solar Cell - Black
Front Tempered Glass Material	Glass - SolarWorld - Tempered Glass
Frame Material	Metal - SolarWorld - Support Framing - Silver
Backsheet Material	Metal - SolarWorld - BackSheet - White
<b>Electricidad</b>	
Vataje	245
Voltaje	
<b>Eléctrico - Cargas</b>	
Short Circuit Current (STC)	8.25 A
Open Circuit Voltage (STC)	37.70 W
Maximum Power Point Voltage (STC)	30.80 V
Maximum Power Point Current (STC)	7.96 A
Maximum Power (STC)	245.00 W
<b>Cotas</b>	
Width	990.6
Solar Panel Angle	10.00°
Length	1676.4
Height	38.1
<b>Datos de identidad</b>	
URL	www.solarworld-usa.com
Product Page URL	http://www.solarworld-usa.com/system-designers/data-sheets-new-2.aspx
Product Documentation Link	http://www.solarworld-usa.com/system-designers/~/_media/Global/PDFs/sunmodule-plus-mono.ashx
Modelo	SunModule Plus SW 245 mono
Fabricante	SolarWorld
Descripción	SolarWorld SunModule Plus Photovoltaic Panel
Código de montaje	D5090900
Imagen de tipo	
Nota clave	
Comentarios de tipo	
Costo	
Descripción de montaje	Misc. Other Electrical Systems
Marca de tipo	
Número OmniClass	23.75.10.27.21
Título OmniClass	Photovoltaic Collectors
Nombre de código	
<b>Eléctrico - Circuitos</b>	
Potencia neutra	
Bus neutro	<input checked="" type="checkbox"/>
Barra de puesta a tierra	<input checked="" type="checkbox"/>
Bus	
Terminales de subalimentación	<input checked="" type="checkbox"/>
Potencia de disyuntor principal	
Tipo de suministro	

Fig. 6.9. Propiedades Panel Fotovoltaico

En el Anexo B se encuentra el datasheet proporcionado por el fabricante del panel solar. Mediante éste podemos observar como coinciden las especificaciones impuestas por Solar World (fabricante) y los parámetros insertados en Autodesk Revit


### 6.3.1 Carga de Security camera DINION IP 4000i/5000i/6000i IR





Como hemos expuesto al principio del caso elegimos un dispositivo de seguridad: *Security camera DINION IP 4000i/5000i/6000i IR*. Para ello entramos en la plataforma Bimobject descrita en el apartado 5.8.2 Plataformas.

 Busca objetos BIM Apps Prensa Info Contacto

Utilizamos cookies en nuestros servicios  
Al utilizar nuestros servicios aceptas el uso de cookies


[BIMobject](#) / [Marcas](#) / [Bosch Security and Safety Systems](#) / [Productos](#) / Security camera DINION IP 4000i / 5000i / 6000i IR





Descarga (1)

Descripción	Prescripción	Enlaces	Relacionado	Clasificación	Región	Properties
<p>The family includes three camera types with a number of products:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Outdoor (NBE-4502-AL)</li><li>• Outdoor (NBE-5503-AL)</li><li>• Outdoor (NBE-6502-AL)</li></ul> <p>DINION IP 4000i IR:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Easy to install with auto zoom/focus lens, wizard and pre-configured modes</li><li>- Built-in IR illuminator with 60 m (196 ft) viewing distance</li><li>- 1080p30 for highly detailed images</li><li>- Built-in Essential Video Analytics to trigger relevant alerts and quickly retrieve data</li><li>- Fully configurable H.265 multi-streaming</li></ul> <p>DINION IP 5000i IR:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 5MP resolution with image quality up to 30 fps for highly detailed images</li><li>- Easy to install with auto zoom/focus lens, wizard and pre-configured modes</li><li>- Fully configurable H.265 multi-streaming</li><li>- Built-in Essential Video Analytics to trigger relevant alerts and quickly retrieve data</li><li>- High Dynamic Range mode (120 dB) to see details in bright and dark areas simultaneously</li></ul> <p>DINION IP 6000i IR</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Extreme low-light sensitivity</li><li>- Easy to install with auto zoom/focus lens, wizard and pre-configured modes</li><li>- Fully configurable H.265 multi-streaming u</li><li>- Built-in Essential Video Analytics to trigger relevant alerts and quickly retrieve data</li><li>- High Dynamic Range mode (134 dB) to see details in bright and dark areas simultaneously</li></ul>						



6663

+ Seguir

Contacto con fabricante

¿Falta algún archivo? Pídelo

Contacta con el comercial de tu área

NO HAY INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE EL COMERCIAL DE TU ÁREA

Solicita un comercial

+ PRODUCTOS RELACIONADOS









Fig. 6.10. Security Camera Bosch plataforma Bimobject

Pulsando en *Descarga* se nos abre una nueva pestaña donde elegiremos el software en el que queremos descargarnos el objeto. Como hemos introducido en este capítulo el uso mayoritario es Revit Autodesk, y tan solo nos permite éste formato.

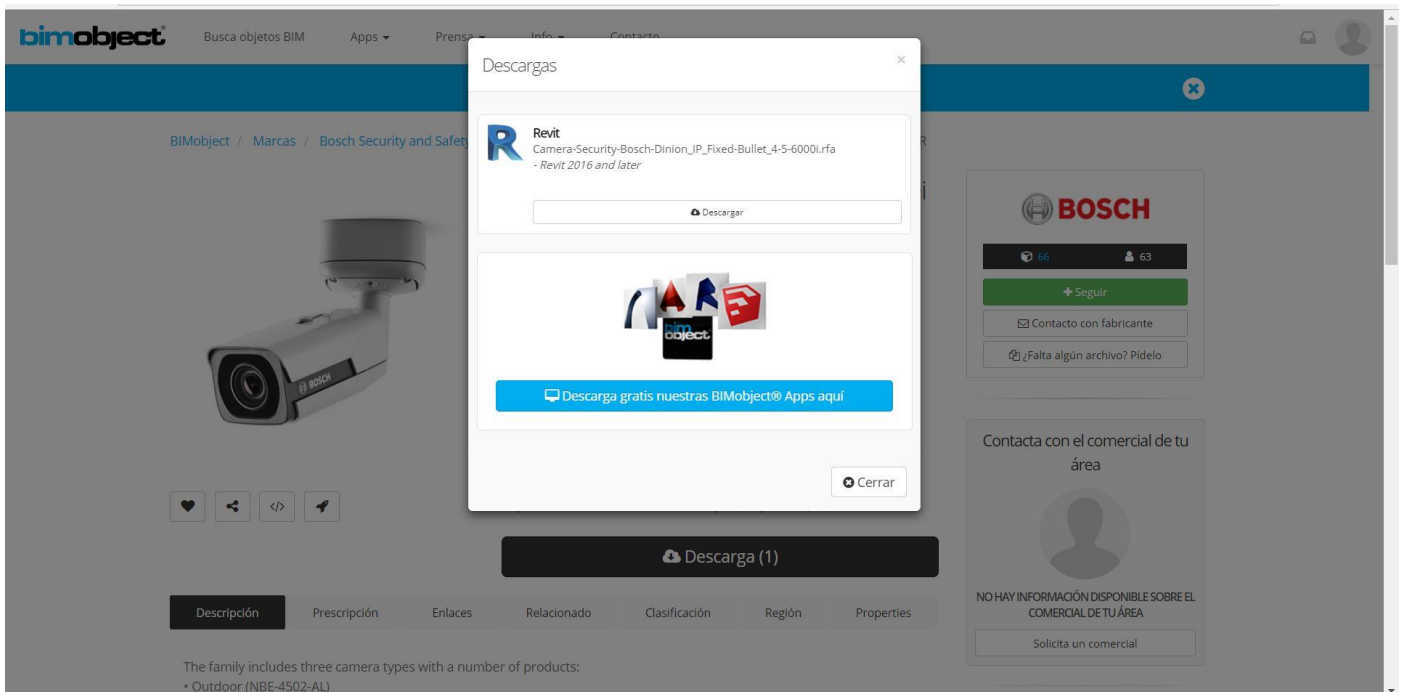


Fig. 6.11. Descarga familia externa

La descarga es un proceso sencillo que carece de complejidad, sin embargo cabe destacar que en algunas ocasiones existirá la necesidad de realizar una actualización del modelo como vemos a continuación.



Fig. 6.12. Mensaje de actualización del modelo



Una vez descargado el objeto y actualizado, lo abrimos. La Fig. 6.13 nos proporciona una misma imagen que la Fig. 6.7 del *wind power generator*: un diseño sencillo que no contiene un gran número de detalles. Sin embargo, las propiedades estarán más definidas que en las familias creadas por Autodesk.

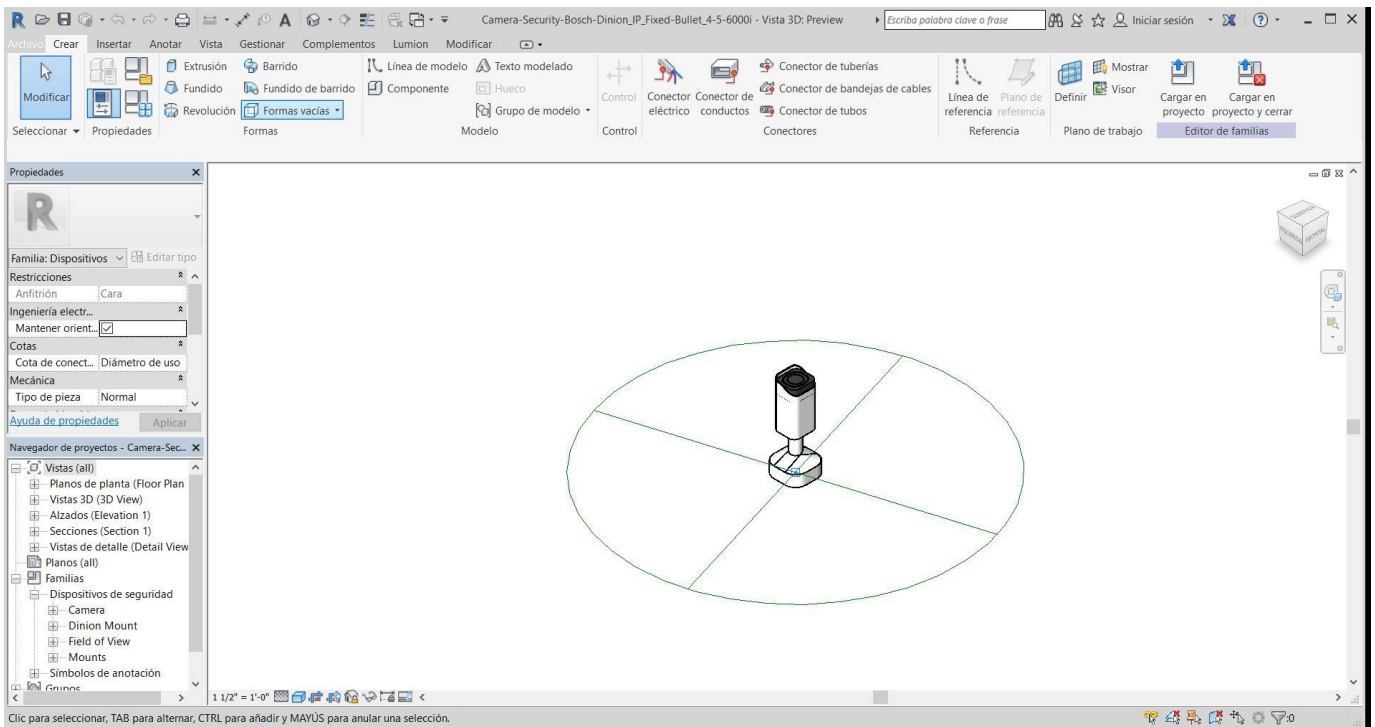


Fig. 6.13. Vista 3D Security Camera Bosch

El anterior modelo corresponderá a las tres opciones de la cámara y las diferencias vendrán definidas dentro de las propiedades de los objetos. Es por eso que así con un solo objeto modelado, es decir una familia, podemos obtener tres elementos con especificaciones diferentes.

En la opción en la barra de herramientas pulsamos *Cargar en proyecto* es entonces cuando se abre la pestaña representada en la Fig. 6.14. El proyecto donde queramos cargar la familia deberá estar abierto para que sea seleccionado. También podremos seleccionar otra familia, cargando así una familia en otra. Las restricciones serán las mismas que en la carga de proyectos.

Cabe destacar que en el caso de que quisiésemos editar una familia o crear una familia in situ, en la barra de herramientas encontramos opciones de diseño como *Extrusión*,

*Barrido, Fundido, Revolución.* También podemos observar diferentes tipos de conectores (*eléctricos, de conductos, de tuberías, de bandejas de cables, etc.*)



Fig. 6.14. Carga en proyecto

Una vez cargada nuestra cámara de seguridad en nuestro proyecto ejemplo, procedemos a observar las propiedades, comprobando como las familias de fabricantes contienen más especificaciones.

Éstas especificaciones dependen de la familia y fabricante. Para hacernos una idea, en el ejemplo que hemos elegido instalar, podemos observar que contiene datos como:

- Restricciones: en este caso encontramos la especificación de una elevación mínima que debe contener la cámara a la hora de ser incorporada en un proyecto.
- Materiales y acabados: pudiendo especificar el material principal, secundario y del producto. En este caso especifica el tercero como aluminio y satin.
- Datos de identidad: revit brinda numerosos campos a rellenar, sin embargo tan solo están rellenos algunos. Podemos encontrar en este caso el código de guía del producto, url del producto y del fabricante, la descripción técnica, la documentación, cuando fue creado el producto y cuando se ha editado el mismo, el número de versiones y el copyright.
- Parámetros IFC: corresponden a datos relacionados con la plataforma de donde hemos obtenido el objeto, referentes a datos acerca de categorías.
- General: encontramos datos como peso nominal, grupo y familia del producto, código QR y regiones que pueden disponer de este elemento.

Propiedades de tipo

Familia: Camera-Security-Bosch-Dinion\_IP-Fixed-Bullet\_4-5-6000i Cargar...

Tipo: 1080p, HDR, Low-Light Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
<b>Restricciones</b>	
Elevación por defecto	1219.2
<b>Materiales y acabados</b>	
Material main	
Material secondary	
Product Material	Aluminum - Bosch - Satin
<b>Datos de identidad</b>	
EAN code	
Installation instructions	
Product Guid	b3d71592-057d-4af2-9fe0-41331b4077e3
Product certification	
Product data url	https://bimobject.com/boschsecuritysystems/product/dinion-ip-4000i-5000i-6000iIR
Product url	
Technical description	
URL	http://www.boschsecurity.com/
Product Page URL	https://us.boschsecurity.com/en/products/videosystems/ipcameras/hdmpfixedcameras/hdmpfix
Product Documentation Link	http://resource.boschsecurity.us/documents/DINION_IP_6000i_Data_sheet_enUS_33404347915.p
Model Disclaimer	For More Information, Contact Bosch
Modelo	See Part Number
Fabricante	Bosch
Family Version	1.0
Equipment Abbreviation	SC
Descripción	See Part Description
Date Last Modified	December 15, 2017
Original Creation Date	December 15, 2017
Copyright	Copyright © 2017 Bosch
Imagen de tipo	
<b>Nota clave</b>	
Código de montaje	
Costo	
Youtube clip	
Descripción de montaje	
<b>Marca de tipo</b>	
Número OmniClass	23.85.30.17.14
Título OmniClass	Video Surveillance
Nombre de código	
<b>Parámetros IFC</b>	
BIMobject category	Security, Cameras & Accessories
BIMobject category code	electronics-security
BIMobject main category	Electronics
BIMobject main category code	electronics
COBie Type Category	
IFC Classification	
Masterformat 2014 Code	
Masterformat 2014 Description	
NBS Reference Code	
NBS Reference Description	
OmniClass Code	
OmniClass Description	
UNSPSC Code	
Uniclass 1.4 Code	
Uniclass 1.4 Description	
<b>General</b>	
Brand url	http://www.boschsecurity.com
Date of publishing	
Design country	
Edition number	1
Manufacturer country	
Manufacturer name	Bosch Security and Safety Systems
Nominal height	0.0
Nominal width	0.0
Product SKU	dinion-ip-4000i-5000i-6000iIR
Product family	Video systems
Product group	IP Cameras
QR code	http://bimobject.com/boschsecuritysystems/product/dinion-ip-4000i-5000i-6000iIR
Region Africa	All
Region Antarctica	All
Region Asia	All
Region Europe	All
Region Middle East	All
Region North America	All
Region Oceania	All
Region South America	All
Weight Net (Kg)	0

<< Vista previa

Aceptar Cancelar Aplicar

Fig. 6.15. Propiedades Security Camera Bosch

## 6.4 Resultado.

Para incorporar el objeto elegido en el proyecto nos situamos en el plano del nivel 2 en vez de en el modelo 3D para colocar las cámaras a una altura suficiente (debido a la restricción de elevación que se especifica en las propiedades de la misma) ya que facilitará la colocación de los objetos.

En la barra de herramientas, encontramos las opciones para la correcta colocación: *Colocar en cara vertical*, *colocar en cara*, *colocar en plano de trabajo*. También existen las herramientas clásicas referentes a *medir distancias*, *acotar*, *duplicar*, *girar*, *etc.*

A continuación podemos encontrar el plano con los objetos ya incorporados y una ampliación del mismo. En el *Navegador de Proyectos* podemos observar la familia externa insertada como *Dispositivos de Seguridad*. Dentro del mismo hemos añadido también una *Sirena de seguridad estándar* procedente de Autodesk. En *Propiedades* vemos como su diseño en 3D es sencillo.

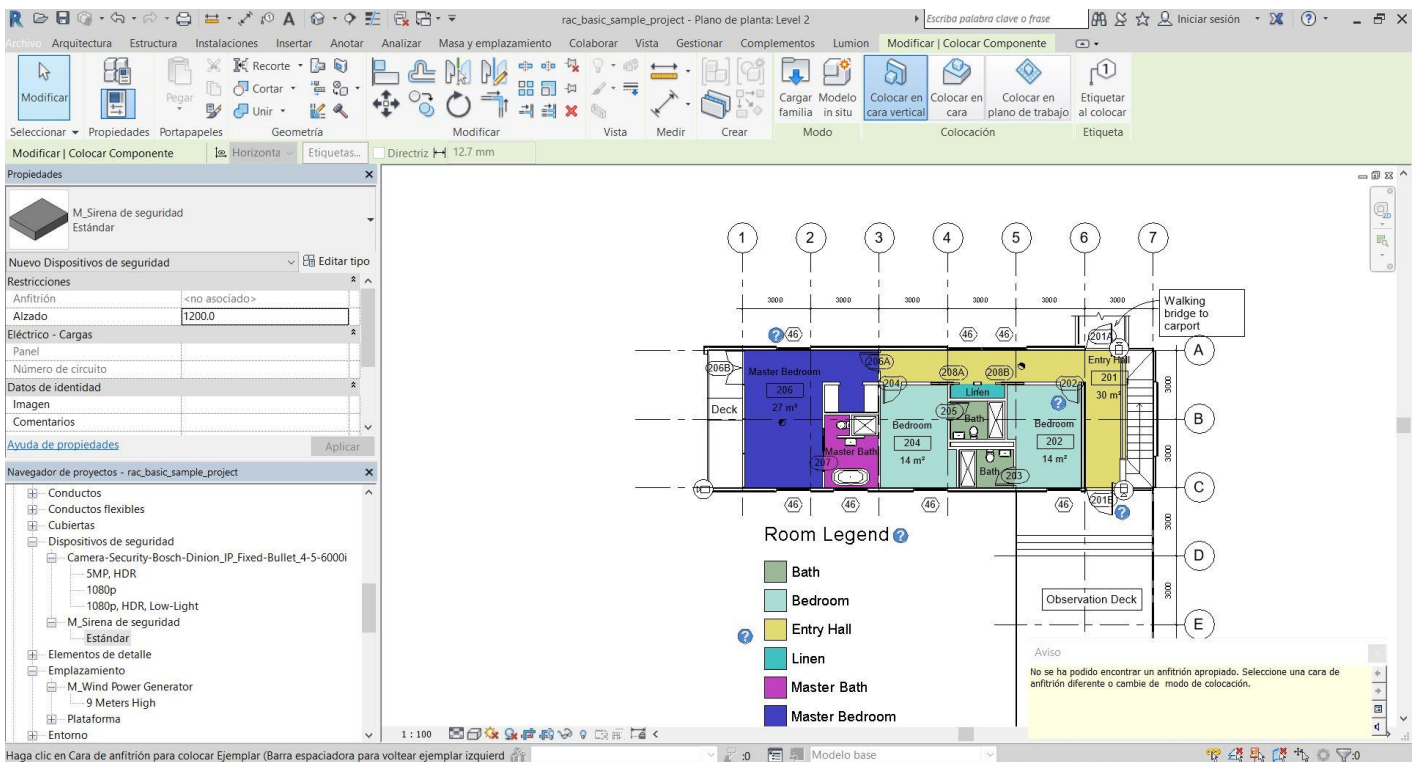


Fig. 6.16. Plano incorporación dispositivos de seguridad

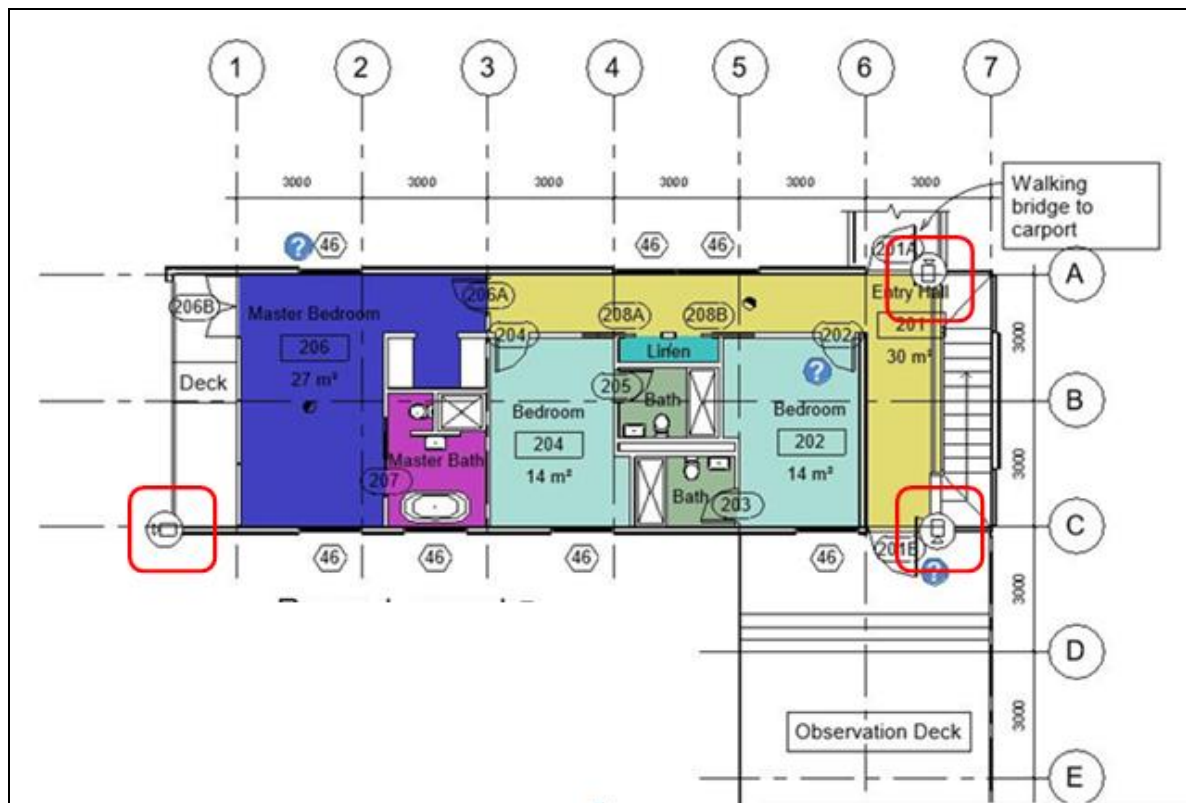


Fig. 6.17. Localización Security Cameras Bosch

En la imagen previa, hemos observado con un mayor detalle la localización de las tres cámaras de seguridad que hemos insertado y su orientación. En éste plano podemos ver cómo se trabaja mediante dibujos simples parecidos al modelo tradicional.

Sin embargo, en la figura siguiente observamos la cámara de Bosch instalada en el proyecto ejemplo en su vista 3D. El modelo que nos ofrece Autodesk Revit es muy preciso, mostrando incluso las sobras que crean los objetos. Éstas son simuladas mediante la *Opción Solar* que podemos observar en la Fig. 6. 18 (esta opción ya fue incorporada en las últimas versiones Auto CAD pero con una precisión menor).



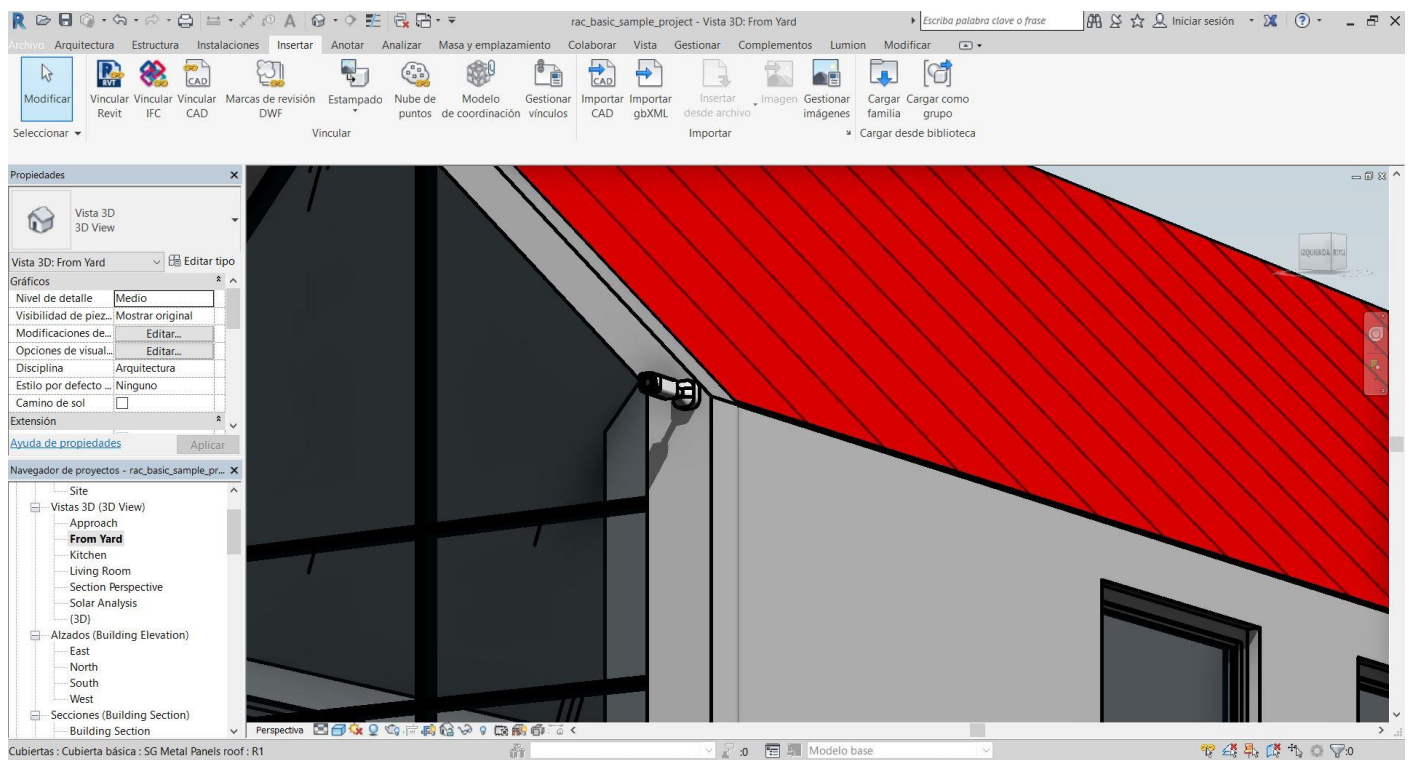


Fig. 6.18. Vista 3D Proyecto con Security Camera Bosch

## Opción solar

En ésta opción se crea una hipótesis de la incidencia del sol a partir de parámetros como el día y la hora. También contamos con que todos los objetos ya están geo referenciados en el modelo. Es una herramienta útil, por ejemplo en la introducción de placas fotovoltaicas, pudiendo orientarlas de una manera más precisa y sobretodo una manera más cómoda (el caso del panel solar expuesto anteriormente)

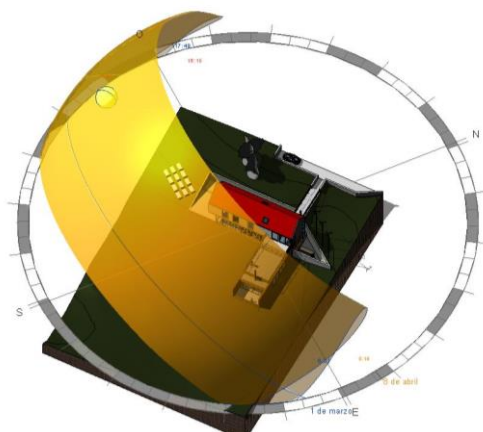


Fig. 6.19. Opción solar

## 7. CONCLUSIONES

Finalmente, en lo referente a los rasgos generales a la metodología presentada, se observa una variedad de información extensa pero, en algunos aspectos, dispar. Este hecho se presenta como una limitación para el usuario a la hora de implementar BIM. Debido a la amplitud de dicha información, en este punto de inicio del desarrollo de la guía, resulta esencial la realización de un trabajo de recopilación y comparación de materiales. Mediante dicha investigación, podemos identificar el estado de progreso de esta metodología, para poder marcar las pautas de desarrollo posteriores.

Se cree imprescindible una estandarización a través de la legislación europea. Este problema se intenta afrontar en la guía presente mediante la terminología. Sin embargo, tan solo cubre la necesidad conceptual, es por ello que en las partes desarrolladas posteriormente se pretende solventar la falta de normalización respecto a procesos de trabajo. Por otro lado la guía elaborada frente a las ya existentes en el mercado se enfoca como un aumento de las mismas, englobando sus puntos singulares.

El Plan de Ejecución BIM, definido como una parte indispensable a la hora de introducir este modelaje de información, contiene unos objetivos ambiguos. Particularizando en la conceptualización de los roles y responsabilidades en proyectos, como se ha dicho anteriormente éste apartado se ha enfocado alrededor de un cuadro comparativo de las diferentes guías a nivel global para demostrar la falta de unificación, por lo que hemos decidido adaptarnos a los roles propuestos por el comité español de implementación BIM (es.Bim). Debido a la amplitud de este ámbito, se puede concluir la necesidad de realizar una innovación, creando otros roles adaptados a la realidad, más específicos y orientados a áreas como es el de la electrónica.

Por otro lado, los elementos u objetos BIM conforman gran parte de un proyecto técnico, por lo que los niveles de desarrollo es un área relevante. Estos niveles guardan una relación directa con las familias (la cual hemos podido observar en el caso práctico). Partiendo de los antecedentes en los proyectos y creando una comparativa con la metodología BIM, podemos comprender las limitaciones de las familias de elementos. La solución mediante plataformas no es total, haciendo que se encuentren

deficiencias del sistema, siendo los niveles de desarrollo de los elementos ofrecidos demasiado bajos.

Tras la elaboración del caso práctico, concluimos cómo ventajas de la metodología BIM y de su plan de ejecución no pueden ser aprovechadas con un nivel de desarrollo en los elementos bajo (un LOD100 o un LOD200). Se concluye la posible fusión en futuras partes de la guía entre la ampliación de roles y responsabilidades y los niveles de desarrollo en familias (por ejemplo en áreas como el de la electrónica).

En conclusión, por una parte, aunque en este trabajo se han alcanzado los sub objetivos en cuanto a las partes a desarrollar marcados inicialmente, también se ha elaborado un punto de partida documental.

Por otra parte, podemos sintetizar que, siendo la metodología BIM una necesidad en la digitalización de proyectos técnicos es imprescindible un avance en la investigación para la implantación de un plan de ejecución. Dicho avance solo puede darse mediante un trabajo planificado y gradual.



## 8. LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

En primer lugar, para la continuación del mismo, cabría destacar que para obtener la *Guía para la redacción de un BEP en BIM* completa faltaría el desarrollo de los puntos propuestos en el apartado 5.1. Entre estos se encuentra una gran relevancia en cuanto a los intercambios de información y a las plantillas BEP. También continuar con dos documentos necesarios: por un lado la recopilación de artículos en orden cronológico y por otro seguir ampliando la terminología.

Las guías existentes en el mercado analizadas, dotan de importancia éstos contenidos. Proponiendo cada una de ellas diferentes formatos de información para los documentos intercambiables. Se cree la necesidad de proporcionar al usuario de la guía una matriz con esta información, asegurando una interoperabilidad. Para ello habrá que realizar una documentación basándonos en la funcionalidad de software y mediante encuestas saber cuáles son los más utilizados en España. La investigación en los software va directamente relacionada con la posterior propuesta de la matriz para hacer posible un trabajo colaborativo eficiente.

Por otro lado, la plantilla BEP es una parte fundamental para conseguir un exitoso Plan de Ejecución. Para realizar una propuesta sólida habrá que analizar las plantillas más utilizadas en el sector, identificando puntos comunes y singulares de las mismas.

La metodología presentada es amplia, con numerosas líneas abiertas de investigación. Sin embargo, destacar la relevancia de estudiar una estandarización europea, y a mayor escala global, para la normalización eficiente del BIM.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- [1] NIBS, “National BIM Standard-United States,” *buildingSMARTalliance*, pp. 1–15, 2015.
- [2] The Pennsylvania State University, *BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1*. 2011.
- [3] “National BIM Standard - United States.” [Online]. Available: <https://www.nationalbimstandard.org/>. [Accessed: 16-Aug-2018].
- [4] University of South Florida, *BIM Guidelines and Standards*, no. June. 2018.
- [5] Gobierno de España; Ministerio de Fomento, “esBIM | Implantación del BIM en España,” *es.BIM*, 2015. [Online]. Available: <https://www.esbim.es/>. [Accessed: 15-Aug-2018].
- [6] R. G. Kreider and J. I. Messner, “The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses,” *Pennsylvania State Univ.*, no. September, pp. 0–22, 2013.
- [7] A. Esarte Eseverri, “Objetivos y usos BIM,” *Espacio BIM*, 2017. [Online]. Available: <https://www.espaciobim.com/objetivos-usos-bim/>. [Accessed: 23-Aug-2018].
- [8] Subgrupo 3.1 de es.BIM, *Observatorio de Licitaciones BIM*. 2018.
- [9] T. Casellas Ramon, “PRIMER PASO, BEP,” *MSI Studio*, 2016. [Online]. Available: <http://www.bimbarcelona.com/primer-paso-bep/>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [10] I. Oliver-Faubel, “Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica / Ingeniería de Edificación . Diseño de una propuesta .,” Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

- [11] EUBIM TASKGROUP, *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*. 2017.
- [12] S. Gajul, “Building Information Modeling (BIM) Market: Worldwide Analysis and Forecasts, 2017 to 2022,” *Herald Telegraph*, 2018. [Online]. Available: <https://heraldtelegraph.com/2018/08/10/building-information-modeling-bim-market-worldwide-analysis-and-forecasts-2017-to-2022/>. [Accessed: 11-Aug-2018].
- [13] “Promoted content: Building Information Modeling is More than Software,” *The Engineer*, 2018. [Online]. Available: <https://www.theengineer.co.uk/promoted-content-building-information-modeling-is-more-than-software/>. [Accessed: 11-Aug-2018].
- [14] G. Martino Di Giuda, “Libro Bianco sul BIM. Il Building Information Modeling: nuove relazioni e nuovi modelli contrattuali,” *Ingenio web*, 2018. [Online]. Available: <https://www.ingenio-web.it/20846-il-building-information-modeling-nuove-relazioni-e-nuovi-modelli-contrattuali>. [Accessed: 11-Aug-2018].
- [15] “Building Information Modeling (BIM) Market Industry Share, Approaches and Forecast by 2022,” *MarketWatch*, 2018. [Online]. Available: <https://www.marketwatch.com/press-release/building-information-modeling-bim-market-industry-share-approaches-and-forecast-by-2022-2018-07-26>. [Accessed: 28-Jul-2018].
- [16] C. Peters, “JLG lanza biblioteca BIM,” *KHL. Construcción LatinoAmericana*, 2018. [Online]. Available: <https://www.construccionlatinoamericana.com/jlg-lanza-biblioteca-bim/134077.article>. [Accessed: 28-Jul-2018].
- [17] M. Millan Correa, “Arquitectura con estilo, propuesta con bases sólidas,” *Vanguardia Liberal*, 2018. [Online]. Available: <http://www.vanguardia.com/economia/500-empresas-generadoras/439334-arquitectura-con-estilo-propuesta-con-bases-solidas>. [Accessed: 28-Jul-2018].

- [18] A. Ibarra, “Chile da pasos para modernizar y digitalizar la construcción,” *El Mercurio*, 2018. [Online]. Available: <http://impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=17-07-2018 0:00:00&NewsID=584439&dtB=17-07-2018 0:00:00&BodyID=1&PaginaId=10>. [Accessed: 28-Jul-2018].
- [19] “Metodología BIM para la redacción de los proyectos constructivos de la futura línea 10 de Metrovalencia,” *Via Libre*, 2018. [Online]. Available: <https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=25160>. [Accessed: 01-Aug-2018].
- [20] “Pemsa lanza un nuevo artículo técnico sobre la tecnología BIM,” *CdeComunicacion.es*, 2018. [Online]. Available: <https://material-electrico.cdecomunicacion.es/noticias/proveedores/28076/pemsa-lanza-un-nuevo-articulo-tecnico-sobre-la-tecnologia-bim>. [Accessed: 28-Jul-2018].
- [21] “Por qué la metodología BIM será el futuro de la construcción en el mundo,” *ElDía.es. | Economía*, 2018. [Online]. Available: <http://eldia.es/economia/2018-07-18/6-que-metodologia-BIM-sera-futuro-construccion-mundo.htm>. [Accessed: 28-Jul-2018].
- [22] “Jornada sobre ‘Bibliotecas de objetos BIM en la industria de fachadas y ventanas de España,’” *Interempresas.net*, 2018. [Online]. Available: [https://www.interempresas.net/Cerramientos\\_y\\_ventanas/Articulos/221421-Jornada-sobre-Bibliotecas-de-objetos-BIM-en-industria-de-fachadas-y-ventanas-de-Espana.html](https://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/221421-Jornada-sobre-Bibliotecas-de-objetos-BIM-en-industria-de-fachadas-y-ventanas-de-Espana.html). [Accessed: 28-Jul-2018].
- [23] “El software elec calc BIM ya está disponible,” *infoPLC*, 2018. [Online]. Available: <http://www.infopl.net/noticias/item/105631-trace-software-elec-calc-bim-calculos-electricos>. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [24] M. J. Sanz Bohigues, “ChovA pone a disposición de los técnicos sus archivos BIM,” *Arquitectura y empresa*, 2018. [Online]. Available: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/chova-pone-disposicion-de-los-tecnicos-sus-archivos-bim>. [Accessed: 15-Jul-2018].

- [25] “Innovadores | El primer sistema para robotizar toda la construcción es español,” *La Razón*, 2018. [Online]. Available: <https://innovadores.larazon.es/es/not/el-primer-robot-constructor-universal-es-espanol>. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [26] “Iniciativa de FCC y Grant Thornton para impulsar BIM y Blockchain en la construcción,” *CIO | Industria y Utilities*, 2018. [Online]. Available: <http://www.ciospain.es/industria-y-utilities/iniciativa-de-fcc-y-grant-thornton-para-impulsar-bim-y-blockchain-en-la-construccion>. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [27] Department of Veterans Affairs, “VA BIM Guide,” *BIM-Guide*, p. 45, 2010.
- [28] NATSPEC, *BIM Management Plan Template*, no. February. 2012.
- [29] Building and Construction Authority singapur, *BIM Essential Guide For BIM Execution Plan*. 2013.
- [30] BCA - Building and Construction Authority, *Singapore BIM Guide - V2.0*. 2013.
- [31] Florida International University, *Building Information Modeling ( BIM ) Standard & Guide*, no. December. 2014.
- [32] “Guías uBIM - BuildingSMART Spanish Chapter.” [Online]. Available: <https://www.buildingsmart.es/bim/guías-ubim/>. [Accessed: 25-Aug-2018].
- [33] University of Cambridge, *Building Information Modelling Execution Plan*, no. May. 2016.
- [34] Hong Kong CIC, “CIC Building Information Modelling Standards,” pp. 0–103, 2014.
- [35] Fundación Laboral de la Construcción, *Glosario terminología BIM*. .
- [36] J. E. Nogués Mediavilla and R. et al. Veneros Goez, *Glosario de Términos*. 2017.
- [37] BuildingSMART Spanish Chapter, “uBIM 02-Modelado del estado actual,” in *Guia de usuarios BIM*, 2014, p. 39.

- [38] A. Sánchez Ortega, “BIM: MADUREZ - LEVEL 0/1/2/3 BIM,” *Espacio BIM*, 2017. [Online]. Available: <https://www.espaciobim.com/madurez-bim-level-0-1-2-3/>. [Accessed: 16-Aug-2018].
- [39] NATSPEC, *NATSPEC National BIM Guide v1.0*, no. September 2011. 2016.
- [40] F. Choclan Gamez and D. et al. Barco Moreno, *Roles en procesos BIM*. 2017.
- [41] “El BIM llega a la Fundación Laboral de la Construcción,” *Construye-TIC*, 2015. [Online]. Available: <http://www.construye-tic.com/el-bim-llega-a-la-fundacion-laboral-de-la-construccion/>. [Accessed: 04-Sep-2018].
- [42] BuildingSMART Spanish Chapter, “uBIM 11 - Gestión de un proyecto BIM,” in *Guia de usuarios BIM*, 2014, p. 57.
- [43] A. Cerdán Castillo, B. Fuentes Giner, J. López García, and P. P. Zuñeda Ruiz, “BIM EN 8 PUNTOS Todo lo que necesitas conocer sobre BIM Subgrupo 2.1: Documento de difusión,” *es.BIM*, p. 11, 2016.
- [44] BIMCommunity, “The 5 phases of a project in BIM,” *BIM Community*, 2018. [Online]. Available: <https://www.bimcommunity.com/news/load/107/las-5-fases-de-un-proyecto-en-bim>. [Accessed: 23-Aug-2018].
- [45] “DATAEDRO: FASES DE UN PROYECTO EN BIM,” *BIM en Panamá*, 2013. [Online]. Available: <http://dataedro.blogspot.com/2013/03/dataedro-fases-de-un-proyecto-en-bim.html>. [Accessed: 23-Aug-2018].
- [46] M. Garcia Fernandez, “Dimensiones BIM, el alcance del programa,” *Editca*, 2018. [Online]. Available: <https://editeca.com/dimensiones-bim-alcance-del-programa/>. [Accessed: 16-Aug-2018].
- [47] A. Sánchez Ortega, “BLANCA-BIM Y LAS 7 DIMENSIONES,” *Espacio BIM*, 2016. [Online]. Available: <https://www.espaciobim.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d/>. [Accessed: 15-Aug-2018].

- [48] “Las 7 dimensiones de la metodología BIM,” *BibLus*, 2018. [Online]. Available: <http://biblus.accasoftware.com/es/las-7-dimensiones-de-la-metodologia-bim/>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [49] BIMAcademy, “¿Qué es BIM?,” *BIM Academy*. [Online]. Available: <http://bimacademy.es/que-es-bim/>. [Accessed: 21-Aug-2018].
- [50] J. Reinhardt, J. Bedrick, and et al, “Level of Development Specification - Draft 1 April, 19, 2013,” *BIM Forum*, pp. 0–133, 2013.
- [51] J. Alonso, “Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España,” *Spanish J. Build. Inf. Model.*, pp. 40–56, 2015.
- [52] A. McPhee, “practical BIM: What is this thing called LOD,” *Practical BIM*, 2013. [Online]. Available: <http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>. [Accessed: 04-Sep-2018].
- [53] eCOB, *Estándar de creación de objetos BIM*, vol. 1. 2018.
- [54] A. Montilla Duque, “¿Que son las Familias de Revit y como se estructuran?,” *Rev. Digit. inesem*, 2017.
- [55] “Proyectos Técnicos”, class notes Oficina Técnica, Universidad Carlos III de Madrid, 2017.
- [56] “BIMobject | Home.” [Online]. Available: <https://bimobject.com/es>. [Accessed: 30-Aug-2018].
- [57] “BIMETICA | Home.” [Online]. Available: <https://bimetica.com/>. [Accessed: 30-Aug-2018].
- [58] BIMETICA, “Financiación BIM para el desarrollo industrial,” *BIM Channel*, 2018. [Online]. Available: <https://bimchannel.net/financiacion-bim-para-el-desarrollo-industrial/>. [Accessed: 30-Aug-2018].
- [59] A. Esarte Eseverri, “Software BIM más utilizado en España. Autodesk® Revit,” *Espacio BIM*. [Online]. Available: <https://www.espaciobim.com/software-bim-mas-utilizado-espana-autodesk-revit/>. [Accessed: 01-Sep-2018].

## **ANEXO A**

### **MATRIZ DE OBJETIVOS Y RESPONSABILIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE SINGAPUR**



## BIM Objective & Responsibility Matrix (Basic)

Below is an example of a Basic BIM Objective & Responsibility Matrix, from the Conceptual to the FM Stages. The BIM Manager column is optional.

## Abbreviations

Project members indicated in the matrix:

- Architect (Arc)
- Civil or Structural Engineer (Str)
- Mechanical, Electrical & Plumbing Engineer (MEP)
- Quantity Surveyor (QS)
- Registered Surveyor (RS)
- Contractor (CON)
- Facility Manager (FM)

Project members involved in the matrix are not limited to the above six professions. Other representatives can be added to the BIM Project Objectives & Responsibility Matrix, such as:

- Project Manager
- Specialist Consultants
- Landscape Designer
- Sub-Contractor
- SpecialistSub-Contractor

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

## **ANEXO B**

### **DATASHEET SUNMODULE PLUS SW 245**



### WORLD CLASS QUALITY

Fully-automated production lines and seamless monitoring of the process and material supply ensure high standards worldwide.



### SOLARWORLD PLUS SORTING

Plus-sorting guarantees the highest system efficiency. Only modules that achieve the designated nominal performance or greater in performance tests are dispatched.



### 25-YEAR LINEAR PERFORMANCE GUARANTEE\*

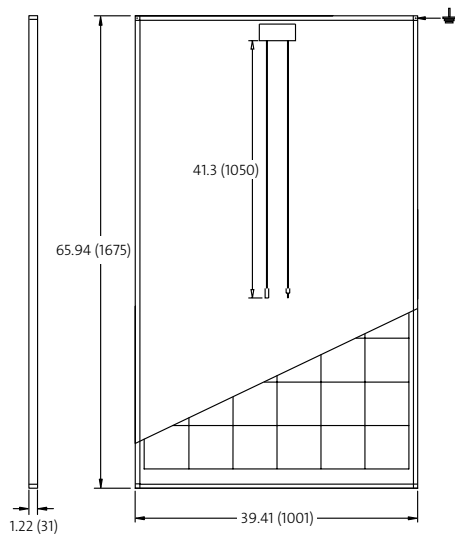
SolarWorld guarantees a maximum degeneration in performance of 0.7% per year for more than 25 years – a clear additional benefit compared with the conventional two-step industry guarantees. In addition there is a product workmanship warranty that covers 5 years.



## PHYSICAL CHARACTERISTICS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline
Cell dimensions	6.14 in x 6.14 in (156 mm x 156 mm)
Front	Tempered glass (EN 12150)

Frame	Clear anodized aluminum
Weight	46.7 lbs (21.2 kg)
UL Maximum Test Load**	50 psf (2.4kN/m²)
IEC Maximum Snow Test Load**	113 psf (5.4kN/m²)



### VERSION 2.0 FRAME

- Compatible with "Top-Down" mounting methods
- ⚡ Grounding Locations: 4 corners of the frame

\* In accordance with the applicable SolarWorld Limited Warranty at purchase.  
www.solarworld.com

\*\* Please apply the appropriate factors of safety according to the test standard and local building code requirements when designing a PV system.



## SW 245 mono

### Version 2.0 Frame

#### PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)\*

		SW 245
Maximum power	$P_{max}$	245 Wp
Open circuit voltage	$V_{OC}$	37.7 V
Maximum power point voltage	$V_{MPP}$	30.8 V
Short circuit current	$I_{SC}$	8.25 A
Maximum power point current	$I_{MPP}$	7.96 A

\*STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

#### PERFORMANCE AT 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

		SW 245
Maximum power	$P_{max}$	179.1 Wp
Open circuit voltage	$V_{OC}$	34.4 V
Maximum power point voltage	$V_{MPP}$	28.1 V
Short circuit current	$I_{SC}$	6.65 A
Maximum power point current	$I_{MPP}$	6.37 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m<sup>2</sup>, 95% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m<sup>2</sup>) is achieved.

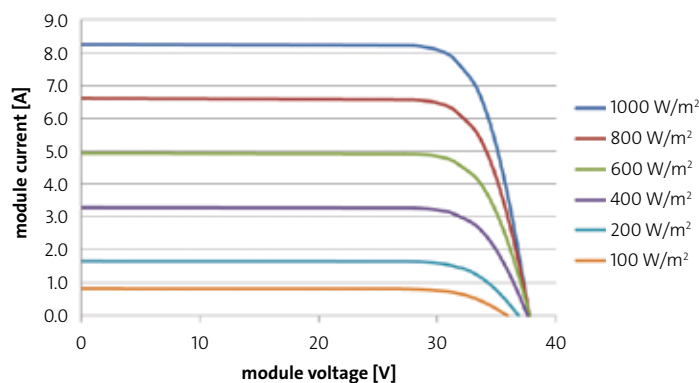
#### THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	47° C
TC $I_{SC}$	0.042 %/K
TC $V_{OC}$	-0.33 %
TC $P_{mpp}$	-0.45%
Operating range	-40°C to 90°C

#### SYSTEM INTEGRATION PARAMETERS

Maximum system voltage SC II	1000 V
Maximum system voltage USA NEC	600 V
Maximum series fuse rating	16 A
Number of bypass diodes	3

#### I-V CURVE AT 25°C CELL TEMPERATURE



#### ADDITIONAL DATA

Measuring tolerance <sup>3)</sup>	+/- 3%
SolarWorld Plus-Sorting <sup>1)</sup>	$P_{Flash} \geq P_{max}$
Junction box	IP65
Connector	MC4
Module efficiency	14.61%
Fire rating (UL 790)	Class C

#### GROUNDING

We recommend using the following components:

#### FRAME 2.0/2.5 (CORNERS)

Item	Manufacturer/Description	Tightening torque
Grounding lug	ILSCO GBL-4DBT	35 lbf-in, 4-6 AWG str 25 lbf-in, 8 AWG str 20 lbf-in, 10-14 AWG sol/str
Socket head cap screw	#10-24, 5/8", SS 18-8	62 lbf-in (7.0 Nm)

Any PV grounding method and components listed to meet NEC grounding requirements are also acceptable.



1) The output identified by SolarWorld ( $P_{Flash}$ ) is always higher than the nominal output ( $P_{max}$ ) of the module.  $P_{Flash}$  is the power rating flashed at a SolarWorld manufacturing facility.

2) Depending on the market.

3) Measuring tolerance is used in conjunction with the SolarWorld Limited Warranty. SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice.

## ANEXO C

### PLANIFICACIÓN

Mediante un Diagrama de Gantt se expone la planificación que se ha llevado a cabo para la realización del presente trabajo. Para ello hemos englobado el desarrollo del mismo en una documentación tanto de la metodología como de las guías existentes, en el desarrollo de la guía y la memoria y por otro lado, en la familiarización con el entorno Autodesk Revit y la elaboración del caso práctico.

Estas tareas tienen lugar en los meses de Enero a Septiembre a la par que las reuniones con el tutor de trabajo, el cual ha guiado en todo momento el mismo (cada reunión ha tenido una duración aproximada de 2 horas).

TABLA A. 1. DIAGRAMA DE GANTT

TAREA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Documentación Metodología BIM									
Documentación Guías existentes									
Desarrollo de la guía									
Software Autodesk Revit									
Caso práctico									
Memoria									
Reuniones	28		14	20				9-13-29	4-20

### PRESUPUESTO

Se considera que debido al desarrollo del presente trabajo no es necesaria la elaboración del presupuesto. En el caso de la realización, habría que incluir en el mismo la suscripción anual del software Autodesk Revit y las horas dedicadas.